

SEMENTES RECALCITRANTES REVISÃO DE LITERATURA¹

CARMEN SILVIA VIEIRA JANEIRO NEVES²

RESUMO - As sementes recalcitantes possuem alto teor de umidade, a qual não pode ser reduzida durante o armazenamento abaixo de um nível crítico, geralmente alto. Mesmo quando a umidade é mantida, a longevidade destas sementes é relativamente curta: de apenas algumas semanas a alguns meses, dependendo da espécie. Nesta revisão são listadas as principais espécies enquadradas nessa classificação e as principais recomendações quanto a seu armazenamento, e são abordados também trabalhos que estudaram as causas do comportamento recalcitante das sementes.

Termos para indexação: umidade de sementes, armazenamento de sementes, longevidade de sementes, espécies de sementes, comportamento de sementes.

RECALCITRANT SEEDS A REVIEW

ABSTRACT - Recalcitrant seeds have high water content and lose viability once they are dried to a moisture content below a relatively high critical value. Even when maintaining an adequate water content these seeds are short-lived with a life span of some months or even weeks, depending on the species. This review presents a brief list of recalcitrant species, storage recommendations and papers that studied the causes of recalcitrant seed behaviour.

Index terms: seed moisture, seed storage, seed behaviour, seed species.

INTRODUÇÃO

A longevidade das sementes é definida como o período em que a semente se mantém viva, isto é, capaz de germinar quando colocada em condições favoráveis, quando não houver dormência (Toledo & Marcos Filho, 1977). O verdadeiro período de longevidade das sementes de uma espécie qualquer só seria determinado se fosse possível colocá-las em condições ideais de armazenamento, o que é difícil, na prática. É possível, porém, determinar a viabilidade, que é o efetivo período de vida da semente dentro de determinada condição ambiental (Carvalho & Nakagawa, 1983).

A perda da viabilidade leva a falhas na germinação, mesmo em condições favoráveis e na ausência de dormência, e é uma mudança degenera-

tiva irreversível, considerada como a morte da semente (Roberts, 1972a).

A deterioração é um processo complexo e progressivo que envolve mudanças de natureza metabólica, citológica, genética e fisiológica (Roberts, 1972b e Abdul-Baki & Anderson, 1972). A sequência de eventos que compõem o processo de deterioração é, segundo Heydecker (1972): degradação de membranas celulares com conseqüente perda do controle da permeabilidade; redução dos mecanismos produtores de energia da respiração e dos biossintéticos; redução da velocidade de germinação e do crescimento da plântula; redução do potencial de armazenamento; redução da uniformidade do crescimento numa população de plantas; aumento da suscetibilidade ao estresse ambiental (inclusive a microorganismos); redução do estande; aumento da porcentagem de plântulas morfológicamente anormais, e, finalmente, perda do poder germinativo.

Segundo Abdul-Baki & Anderson (1972), a redução do poder germinativo é um dos critérios

¹ Aceito para publicação em 29 de abril de 1994.

² Enga.-Agra., M.Sc., Profa.-Assistente, Universidade Estadual de Londrina, Dep. de Agronomia, Caixa Postal 6001, CEP 86100-970 Londrina, PR.

mais amplamente aceitos para avaliar a deterioração das sementes. O retardamento da germinação é o sinal da perda de qualidade que aparece mais cedo e tem sido usado para determinar o vigor, principalmente quando o lote de sementes tem seu histórico conhecido.

A viabilidade das sementes resulta de vários fatores: características genéticas da espécie ou cultivar; vigor das plantas progenitoras; condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes; grau de dano mecânico e condições ambientais de armazenamento (Carvalho & Nakagawa, 1983). Para Toledo & Marcos Filho (1977), este último fator é o mais importante. Dentro dele, a temperatura e os teores de umidade e de oxigênio durante o armazenamento são os principais fatores que determinam a longevidade (Roberts, 1972c).

Sementes ortodoxas

Para a maioria das espécies de clima temperado, o período de viabilidade aumenta à medida que decrescem a temperatura e a umidade do ambiente de armazenamento (Roberts, 1972c). Estas sementes sofrem um processo de secagem durante sua maturação dentro do fruto e são liberadas pela planta matriz ou colhidas com 20%, ou menos, de água. Posteriormente, podem sofrer uma secagem artificial até 2% a 5% de umidade, aumentando, desta forma, o período de viabilidade. Nesta condição, a semente pode resistir às adversidades do ambiente, e, não existindo dormência, reassumirá sua atividade metabólica e germinará quando forem fornecidas as condições favoráveis. O abaixamento da temperatura nestas condições aumentará ainda mais o período de viabilidade. Segundo Harrington (1963), a cada redução de 1% no grau de umidade e a cada queda de 5,6°C na temperatura, pode ocorrer um aumento de duas vezes no período de viabilidade.

Este tipo de sementes foi classificado por Harrington (1972) como de grande longevidade (mais de dez anos), e, por Toledo & Marcos Filho (1977) como macrobióticas (mais de quinze anos) e mesobióticas (de três a cinco anos). Roberts (1973) denominou este tipo de comportamento

como ortodoxo, pois ocorre na maioria das espécies de clima temperado. Segundo Roberts & King (1980), as sementes de todas as espécies agrícolas e hortícolas anuais e bianuais são ortodoxas, e o "International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR" - formulou recomendações gerais para o armazenamento a longo prazo, indicando recipientes herméticos a -18°C ou menos, e teor de umidade de 5% a 7%. De acordo com Roberts & Ellis (1977), nestas condições espera-se que a maioria das espécies ortodoxas não mostre declínio significativo na viabilidade por um século ou talvez mais.

Sementes recalcitrantes

Existe um grupo de espécies para as quais não se aplica a regra geral de redução da temperatura e umidade no armazenamento das sementes, e cujo período de viabilidade é bem mais curto. Harrington (1972) classificou-as como sementes de curta longevidade, e Toledo & Marcos Filho (1977), como microbióticas. Estas sementes não sofrem secagem natural na planta-matriz e são liberadas com elevado teor de umidade. Se esta umidade for reduzida abaixo de um nível crítico (geralmente alto), durante o armazenamento, ocorrerá a morte (King & Roberts, 1979). Mesmo quando a umidade for mantida em nível adequado durante o armazenamento, sua longevidade é relativamente curta, e varia, de acordo com a espécie, de apenas algumas semanas até alguns meses (King & Roberts, 1980a). Como este grupo não se enquadra na regra geral de armazenamento que se aplica às sementes ortodoxas, foi denominado recalcitrante por Roberts (1973), e desde então esta nomenclatura tem sido a mais empregada. O termo "recalcitrante" parece-nos que tem sido usado pela falta de um nome mais apropriado, pois de certa forma dá uma idéia negativa, pressupondo o confronto entre um comportamento correto ("ortodoxo") e um incorreto ou teimoso ("recalcitrante"). Hanson, citado por Chin et al. (1989), sugeriu o termo "sensível ao dessecamento", e Berjak et al. (1990) usaram as palavras "poikilohydrous" e "homoiohydrous" para as ortodoxas, e recalcitrantes, respectivamente, com

base no fato de que as primeiras têm o teor de água variável durante sua vida, e as últimas não apresentam redução desse teor durante seu desenvolvimento e maturação.

Segundo Roberts & King (1980), as sementes recalcitrantes são produzidas por plantas que crescem em ambientes aquáticos, onde não se espera que ocorra secagem natural das sementes, assim como por plantas perenes que adotaram na sua evolução uma estratégia de reprodução na qual as sementes, geralmente de tamanho grande, são liberadas a intervalos regulares em ambientes relativamente úmidos e a sobrevivência da espécie ao longo do tempo depende mais do hábito de crescimento perene da planta adulta do que do período de vida das unidades de propagação.

De acordo com Kageyama & Viana (1989), existe relação entre as características tecnológicas (germinação, dormência e armazenamento) das sementes de espécies tropicais e os mecanismos da regeneração natural de florestas, que ocorre através da sucessão de espécies. As espécies são divididas de acordo com a época em que ocorrem na regeneração em pioneiras, oportunistas de clareiras, tolerantes de sombra e reprodutivas à sombra. As sementes das espécies pioneiras possuem alta longevidade e podem permanecer no solo sob o dossel da floresta até que uma clareira grande possibilite a germinação. As espécies do grupo das oportunistas ou de clareiras pequenas apresentam sementes com curta longevidade, são muitas vezes aladas e necessitam períodos secos para sua dispersão; germinam à sombra, mas precisam de clareiras para o posterior desenvolvimento. O grupo das espécies tolerantes germina, cresce e se desenvolve à sombra, necessitando da luz direta apenas na fase reprodutiva; suas sementes, quando não possuem dormência, germinam quase imediatamente, ao redor da planta matriz, e apresentam, quase invariavelmente, sementes de curta longevidade.

As espécies recalcitrantes que possuem os menores períodos de viabilidade são originárias de regiões tropicais úmidas, onde o ambiente adequado para a germinação é mais ou menos constante ao longo do ano, geralmente não possuindo dormência. As espécies recalcitrantes originárias de regiões de clima temperado, freqüentemente

possuem algum tipo de dormência, na maioria das vezes relacionada com exigência em frio. Esta característica permite-lhes permanecer viáveis até que as condições adversas do inverno tenham passado (Roberts & King, 1980).

Diante destas considerações, torna-se clara a razão pela qual as espécies recalcitrantes de importância econômica são, na maioria, frutíferas tropicais perenes e florestais de clima tropical ou temperado. Dentre elas, podem ser citadas a mangueira (*Mangifera indica* L.) (Simão, 1959 e Chacko & Singh, 1971); abacateiro (*Persea americana* Mill.) (Aroeira, 1962 e Neves, 1991); nêspera (*Eryobotrya japonica* Lindl.) (Zink & Ojima, 1965); mangostão (*Garcinia mangostana* L.) (Winters & Rodriguez-Colon, 1953); macadâmia (*Macadamia ternifolia* F. Muell.) (Hamilton, 1957 e Ojima et al., 1976); cacau (*Theobroma cacao* L.) (Zink & Rochele, 1964); seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) (Cardoso et al., 1966, e Cicero et al., 1986); ipê (*Tabebuia* sp.) (Kageyama & Márquez, 1981); ingá (*Inga edulis* Mart.) (Bacchi, 1961); pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) (Prange, 1964 e Bianchetti & Ramos, 1981); bórdo (*Acer* spp.), carvalho (*Quercus* spp.), noqueira (*Juglans* sp.), aveleira (*Corylus* sp.) (Bonner, 1978); cedro (*Cedrela odorata* L.), castanheira (*Castanea* spp.) e faia (*Fagus* spp.) (Wang, 1975). Um levantamento com um maior número de espécies é apresentado por King & Roberts (1980a).

Harrington (1972) preparou uma lista de espécies cujo o comportamento recalcitrante tinha sido sugerido mas que necessitavam ainda de estudos mais conclusivos. Dentre estas, citam-se: cereja-das-antilhas (*Malpighia glabra* L.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* L.), carambola (*Averrhoa carambola* L.), sapoti (*Achras zapota* L.), sapota (*Calocarpum sapota* L.) e caimito (*Chrysophyllum cainito* L.).

Algumas espécies que anteriormente haviam sido classificadas como recalcitrantes, tais como *Citrus* spp. (Barton, 1965) e café (*Coffea* spp.) (Huxley, 1964), em estudos mais recentes revelaram-se mais próximas do comportamento ortodoxo (Chin et al., 1984 e Farrant et al., 1988). A falha na germinação, nos trabalhos mais antigos, ocorreu, presumivelmente, por morte das semen-

tes durante o processo de secagem, e não, devido ao baixo teor de umidade das sementes.

Farrant et al. (1988) observaram que existem diferenças entre as espécies recalcitrantes no que se refere à tolerância à perda de água e às baixas temperaturas durante o armazenamento. Os autores afirmam que parece existir uma escala contínua que faz a divisão em altamente, moderadamente, e pouco recalcitrantes. O enquadramento da espécie em uma destas categorias deve-se, em parte, à sua região de origem. As pouco recalcitrantes podem suportar maior perda de água antes que percam a viabilidade. As mudanças bioquímicas que ocorrem na germinação desse tipo de sementes são muito lentas, e por isso a semente permanece viável por períodos relativamente longos, desde que não esteja desidratada a níveis extremos. Estas espécies possuem uma distribuição tropical ou temperada, onde as condições ambientais não são sempre favoráveis para o desenvolvimento das plântulas. Conseguem tolerar temperaturas relativamente baixas, embora nunca zero ou abaixo de zero, devido ao alto teor de água. As espécies medianamente recalcitrantes são originárias dos trópicos, conservam-se por várias semanas se o teor de água for mantido alto, e germinam um pouco mais rapidamente que a categoria anterior. Nas sementes altamente recalcitrantes, a germinação começa imediatamente após a liberação pela planta matriz, e é muito rápida. A perda de água tolerada é muito pequena, bem como o período que suportam no armazenamento. São espécies de floresta tropical ou ambientes aquáticos, com umidade alta durante o ano todo.

As causas do comportamento recalcitrante têm sido objeto de estudo de alguns trabalhos: Pammenter et al. (1984), Jak et al. (1984), Farrant et al. (1986), e Farrant et al. (1988) utilizaram sementes de *Avicennia marina*, uma espécie originária de mangue, e com o auxílio da microscopia eletrônica observaram as características das organelas celulares dos primórdios radiculares do embrião. Estas observações foram realizadas em diferentes fases da vida das sementes, desde a liberação pela planta matriz, e periodicamente até 30 dias depois em sementes armazenadas com sílica gel ou sílica gel mais fluxo de ar para acelerar a secagem. Aos 12 dias, a porcentagem de germinação

das sementes armazenadas com sílica gel já estava comprometida (com 45% aproximadamente), e a viabilidade foi perdida totalmente aos 14 dias. A quantidade de água inicial era de 63% (U.b.u.), com 7 dias era de 59% (U.b.u.), e aos doze dias era 55% (U.b.u.) (Berjak et al., 1984). Quando se armazenou com sílica gel e fluxo de ar, o teor de água nos primeiros 10 dias sofreu pouca alteração, caindo rapidamente a partir desse ponto (Pammenter et al., 1984).

Mesmo em condições de ambiente seco, favorecendo a perda de umidade, as alterações observadas nas células durante os primeiros 4 a 5 dias indicaram aumento da atividade celular. As células de primórdios radiculares das sementes recém liberadas eram compactas e possuíam poucos e pequenos vacúolos. Os plastídios continham pouco material de reserva, e as mitocôndrias tinham matriz transparente e cristas bem definidas, com predominância de polissomas (Berjak et al., 1984). Depois de poucos dias de armazenamento, 4 dias no trabalho de Pammenter et al. (1984) e 7 dias no trabalho de Berjak et al. (1984), o aumento da atividade celular foi caracterizado por início de formação de vacúolos, matriz mitocondrial mais densa, agregação de polissomas, aumento da atividade do complexo-de-golgi, e nucléolo bem organizado e com granulosidade (Berjak et al., 1984). Este aumento de atividade celular foi considerado semelhante ao ocorrido em sementes frescas às quais foram fornecidas condições propícias à germinação (Pammenter et al., 1984).

Nas sementes que continuaram armazenadas sem que fosse adicionada água para prosseguir a germinação, aos 12 dias observou-se um acúmulo de material denso nos plastídeos, ocorrência de vacúolos grandes e numerosos, mitocôndrias menos organizadas, predominância de monossomas, e desorganização do nucléolo (Berjak et al., 1984). Nas observações seguintes, o teor de água continuou caindo, e as organelas apresentaram um desarranjo crescente, até que na fase final de deterioração celular houve degeneração do protoplasma (com 23% U.b.u.) e colapso na parede celular (com 18% U.b.u.), aos 30 dias de armazenamento (Berjak et al., 1984).

Os mesmos autores compararam esta série de eventos observados nas células de *A. marina* com

o comportamento das sementes ortodoxas. Estas últimas retêm sua tolerância ao dessecação no armazenamento e durante os estágios iniciais da embebição e da germinação até o início da divisão celular. Até este estágio somente uma pequena vacuolação ocorre. As sementes que são novamente desidratadas durante estas fases iniciais da germinação apresentam perda de definição de mitocôndrias e plastídios e decréscimo de polissomas, mudanças que ocorrem da mesma forma durante a fase de secagem da maturação das sementes dentro da planta matriz. Neste estágio, a reidratação das sementes resulta em uma retomada normal da germinação. Entretanto, uma vez que as sementes ortodoxas tenham iniciado a fase de divisão celular e a formação de vacúolos, elas se tornam intolerantes à desidratação. É possível que esta redução da tolerância à perda de água esteja correlacionada com a vacuolação, pois a maioria dos tecidos tolerantes à desidratação, incluindo os do embrião das sementes ortodoxas, possui vacúolos muito pequenos. Ao contrário, as sementes recalcitrantes, quando liberadas pela planta matriz, não têm nenhuma inibição para germinar, e possuem água suficiente para isso, iniciando-se, então, a fase de aumento da atividade celular. Berjak et al. (1984) sugerem, então, que esta fase de aumento de atividade seja uma resposta ao tempo, e não ao teor de umidade, e que ela ocorre a despeito da desidratação. Nesta fase, para que a germinação prossiga é necessário um suprimento adicional de água, e o ponto em que esta necessidade corre parece coincidir com o início da divisão celular e formação de vacúolos (Farrant et al., 1988). À medida que a germinação prossegue além deste estágio, as sementes tornam-se sensíveis ao dessecação, e a quantidade tolerada de perda de água diminui até que por fim este teor se torna limitante e a viabilidade é perdida. Em razão desta sensibilidade crescente, a velocidade com que as sementes perdem água pode afetar sua viabilidade; se a secagem for rápida e efetuada antes que se tenham iniciado os processos relativos à germinação, as sementes podem tolerar uma perda maior de água e sobreviver com menores teores de umidade. Sementes secas mais demoradamente atingem um estágio mais avançado no processo germinativo, e por isso suportam menos a desidratação, perdendo

a viabilidade mesmo com um teor de água mais elevado (Farrant et al., 1986).

Berjak et al. (1990) estudaram as estruturas subcelulares e a viabilidade de sementes intactas secas em sílica gel e de eixos embrionários isolados que receberam secagem rápida (com fluxo de ar) de *Landolphia kirki* (Apocynaceae). As sementes intactas inicialmente possuíam 66% de umidade, e viabilidade de 95%. Com 15 dias, apresentaram 54% de água e 50% de viabilidade, e aos 20 dias, 32% de água e 7% de viabilidade. Os embriões isolados inicialmente apresentaram 69% de água e 89% de viabilidade. A secagem rápida foi realizada por 10, 20, 60 ou 120 minutos. Com 10 e 20 minutos, os embriões tiveram, respectivamente 49 e 29% de umidade, mas os autores não avaliaram neste estágio a viabilidade. Com 60 e 120 minutos de secagem, apresentaram, respectivamente, 13 e 4 % de umidade, e a viabilidade (observada *in vitro*) foi de 81 e 0%. Nestes embriões, embora o conteúdo das células estivesse compacto, a integridade ultraestrutural foi mantida até 13% de umidade, ao contrário dos embriões das sementes secas, mais demoradamente, que tiveram consideráveis danos subcelulares mesmo com 54% de umidade, com muitas células do hipocótilo deterioradas. Os autores sugerem que a ausência de danos nos embriões que receberam secagem rápida está relacionada com a manutenção da integridade das membranas intracelulares.

Armazenamento de sementes recalcitrantes

As sementes recalcitrantes apresentam maiores dificuldades no armazenamento quando comparadas com as sementes ortodoxas. Isto se deve à sua alta suscetibilidade à perda de água, o que faz com que seja necessário o armazenamento com alto grau de umidade. Esta umidade interna favorece o ataque de microorganismos e germinação durante o armazenamento (King & Roberts, 1979). O uso de baixas temperaturas, que poderiam inibir estes dois últimos problemas, fica também limitado, pois as sementes recalcitrantes sofrem danos por temperaturas próximas ou abaixo de zero. Algumas espécies mais suscetíveis são danificadas mesmo com temperaturas um pouco abaixo da

temperatura ambiente (10-15°C), como as sementes de cacau (King & Roberts, 1982).

Diferentes métodos de armazenamento de sementes recalcitrantes têm sido estudados. Em geral, os que têm apresentado os melhores resultados são os que levam em consideração os fatores limitantes, evitando a perda de água, realizando tratamento preventivo contra microorganismos, evitando a germinação durante o armazenamento, e mantendo um suprimento adequado de oxigênio (King & Roberts, 1980b). Estes mesmos autores realizaram um levantamento bibliográfico sobre testes de conservação de sementes de cerca de setenta espécies recalcitrantes. Os métodos mais empregados foram: sacos de polietileno, recipientes selados, carvão, areia e turfa. São citados também o armazenamento em água, pó de serra, latas, frascos de vidro e esfagno.

Para Bonner (1978), as sementes recalcitrantes se conservam melhor em sacos de polietileno, pois as perdas de água são evitadas. O mesmo autor, porém, não recomenda o uso de recipientes herméticos. Alguma troca gasosa deve ocorrer entre as sementes e a atmosfera, pois com altos teores de umidade, a respiração das sementes ocorre em altas taxas, e o bloqueio destas trocas pode causar a morte das sementes. Para evitar este fato, recomenda sacos de polietileno com 0,1 mm de espessura, que permitem uma troca de gases suficiente mas evitam a perda de vapor de água.

Além dos métodos tradicionais já citados, o uso de soluções para conservar as sementes em estado de embebição e reguladores de crescimento para inibir a germinação têm sido testados. Corbineau & Côme (1988) armazenaram sementes de quatro espécies arbóreas embebidas em solução aquosa com fungicida a 1%, em diferentes temperaturas. Com 5 e 10°C houve morte das sementes ou plântulas germinadas; com 12°C, apenas uma espécie teve morte pelo frio, e com 15°C todas sobreviveram por pelo menos três meses. Segundo os autores, a dificuldade deste tipo de armazenamento é que a temperatura tem que ser baixa o suficiente para evitar a germinação ou reduzir a taxa de crescimento da plântula, mas isto traz um risco de dano por frio, que pode levar à morte. Em temperaturas mais altas que evitem esse dano, o

crescimento é rápido demais, impedindo um armazenamento mais prolongado.

King & Roberts (1982), com o objetivo de retardar a germinação de sementes de cacau, testaram o uso de diferentes concentrações aquosas de Polyethylene Glycol 6000 (PEG), uma substância de potencial osmótico determinado, o qual controla a entrada de água nos tecidos, influenciando, desta forma, a taxa de embebição (Bradford, 1986). As sementes foram previamente submetidas a uma secagem até um ponto em que a umidade não é tão alta para provocar a germinação, nem tão baixa para matar a semente. Foi acrescentado fungicida à solução de PEG, mas mesmo assim houve contaminação microbiana, e a viabilidade das sementes foi de apenas um mês. Os autores sugerem que provavelmente o ponto crítico de tolerância de perda de umidade e o ponto de perda de viabilidade são muito próximos.

Para inibir a germinação, Goldbach (1979) embebeu sementes de *Eugenia brasiliensis* e de *Melicococus bijugatus* em solução 10-4 M de ácido abs-císico, e conseguiu mantê-las viáveis por, respectivamente, 6 e 4 meses. Houve ocorrência de dormência secundária, isto é, as sementes não germinaram mesmo após a retirada da solução. Para contornar este problema, foi usada uma solução de ácido giberélico, e a germinação foi normal.

Segundo o relato de Chin (1978), o suco da fruta de *Nephelium lappaceum* L. inibe a germinação de suas sementes, sendo necessários, porém, mais estudos para a obtenção de resultados mais concretos.

Outro método de armazenamento que tem sido testado é a criopreservação, através de N líquido a, aproximadamente, 200°C. Neste caso, o principal problema é a sensibilidade à perda de umidade, pois o uso de temperaturas tão baixas em tecidos com elevado teor de água pode causar danos. Para contornar este problema, podem ser usados crioprotetores (King & Roberts, 1980b). Grabe (1989) relatou que eixos embrionários, quando secados muito rapidamente, podem ter sua umidade reduzida até níveis semelhantes aos das sementes ortodoxas maduras, mas que seu armazenamento em N líquido deve ainda ser testado. Chin et al. (1989) informaram que embriões de algumas es-

pécies recalcitantes (*Artocarpus heterophyllus*, *Nephelium lappaceum*, *Cocos nucifera*, e *Dryobalanops aromatica*) sobreviveram a este tipo de armazenamento, o mesmo se dando com embriões de seringueira (*Hevea brasiliensis*) (Normah et al., citados por Chin et al., 1989).

CONCLUSÕES

Diante dos dados apresentados, fica evidente a necessidade de maiores estudos acerca das sementes recalcitantes, notadamente sobre a conservação das de interesse econômico.

Além dos problemas com o armazenamento já apontados, as espécies recalcitantes enfrentam uma dificuldade adicional, por serem pouco estudadas: muitas delas não são contempladas nas regras de análises de sementes nacionais (Brasil, 1980) e internacionais (Draper, 1985). Este problema já é objeto de preocupação por parte da "International Seed Testing Association", que possui uma comissão encarregada de estudar o assunto (Grabe, 1989; Boyce, 1989). A inclusão destas espécies nas referidas regras deve ser uma meta a atingir, pois isto viria a facilitar sobremaneira os trabalhos de pesquisa e testes de qualidade, através de resultados mais confiáveis e comparáveis entre si.

REFERÊNCIAS

- ABDUL-BAKI, A.A.; ANDERSON, J.D. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In: KOZLOWSKI, T.T., (Ed.) *Seed Biology*. New York: Academic Press, 1972. p. 283-309.
- AROEIRA, J.S. Dormência e conservação de sementes de algumas plantas frutíferas. *Experientiae*, Viçosa, v.2, n.3, p.541-609, 1962.
- BACCHI, O. Estudos sobre a conservação de sementes; IX- Ingá. *Bragantia*, Campinas, v.20, n.35, p.805-814, 1961.
- BARTON, L.V. The storage of citrus seeds. *Contributions from Boyce Thompson Institute*, New York, v.23, n.4, p.109-123, 1965.
- BERJAK, P.; DINI, M.; PAMMENTER, N. W. Possible mechanisms underlying the differing dehydration responses in recalcitant and orthodox seeds: desiccation - associated with subcellular changes in propagules of *Avicennia marina*. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.12, n.2, p.365-384, 1984.
- BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; MYCOCK, D.J.; PAMMENTER, N.W. Recalcitrant (homoyidrous) seeds: the enigma of their desiccation-sensitivity. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.18, n.2, p.297-310, 1990.
- BIANCHETTI, A.; RAMOS, A. Efeito da temperatura de secagem sobre o poder germinativo de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Curitiba, n.2, p.27-56, 1981.
- BONNER, F.T. Storage of hardwood seeds. *Forest Genetic Resources Information*, Rome, n.7, p.10-17, 1978.
- BOYCE, K.G. Report of the seed storage comitee 1986-1989. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.17, p. 135-143, 1989. Supl. 1.
- BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience*, Alexandria, v.21, n.5, p.1105-1112, 1986.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. *Regras para análise de sementes*. Brasília, 1980. 188p.
- CARDOSO, M.; ZINK, E.; BACCHI, O. Estudo sobre a conservação de sementes de seringueira. *Bragantia*, Campinas, v.25, p.35- 40, 1966.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. *Sementes; ciência, tecnologia e produção*. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.
- CHACKO, E.K.; SINGH, R.N. Studies on the longevity of papaya, phalsa, guava and mango seeds. *Proceedings of International Seed Testing Association*, Vollebakk, v.36, n.1, p.147-158, 1971.
- CHIN, H.F. Production and storage of recalcitant seeds in the tropics. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v.83, p.17-21, 1978.
- CHIN, H.F.; HOR, Y.L.; MOHD LASSIM, M.B. Identification of recalcitant seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v.12, n.2, p.429-436, 1984.

- CHIN, H.F.; KRISHNAPILLAY, B.; STANWOOD, P.C. Seed moisture: recalcitrant vs. orthodox seeds. In: STANWOOD, P.C.; McDONALD, M.B. **Seed moisture**. Madison: [s.n.], 1989. p.15-22. (CSSA special publication, 14).
- CICERO, S.M.; MARCOS FILHO, J.; TOLEDO, F.F. de. Efeitos do tratamento fungicida e de três ambientes de armazenamento sobre a conservação de sementes de seringueira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.43, n.2, p.763-787, 1986.
- CORBINEAU, F.; CÔME, D. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 16, n.1, p. 97-103, 1988.
- DRAPER, S.R. International rules for seed testing 1985. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.13, n.2, p.299-355, 1985.
- FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. The increasing desiccation sensitivity of recalcitrant *Avicennia marina* seeds with storage time. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.67, n.2, p.291-298, 1986.
- FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. Recalcitrance - a current assessment. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.16, n.1, p.155-166, 1988.
- GOLDBACH, H. Imbided storage of *Melicoccus bijugatus* and *Eugenia brasiliensis* (E. dombyi) using abscisic acid as a germination inhibitor. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.7, n.3, p.403-406, 1979.
- GRABE, D.F. Report of the seed moisture committee 1986-1989. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.17, p.87-93, 1989. Supl. 1.
- HAMILTON, R.A. A study of germination and storage life of macadamia seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, St. Joseph, v.70, p.209-217, 1957.
- HARRINGTON, J.F. Practical advice and instructions on seed storage. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.28, p.989-994, 1963.
- HARRINGTON, J.H. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed Biology**. New York: Academic Press, 1972. v.3, p.145-245.
- HEYDECKER, W. Vigor. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1972. p.209-252.
- HUXLEY, P.A. Some factors which can regulate germination and influence viability of coffee seeds. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Wageningen, v.29, n.1, p.33-60, 1964.
- KAGEYAMA, P.Y.; MÁRQUEZ, F.C.M. Comportamento das sementes de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*). Piracicaba: [s.n.], 1981. 4p. (IPEF. Circular Técnica, 126).
- KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1979, Atibaia. **Anais**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/Instituto Florestal, 1989. p.197-215.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. A strategy for future research into the storage of recalcitrant seeds. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980b. cap.5, p.90-110.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. The imbided storage of cocoa (*Theobroma cacao*) seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.10, n.3, p.535-540, 1982.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. Maintenance of recalcitrant seeds in storage. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). **Recalcitrant crop seeds**. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980a. cap. 4, p.53-89.
- KING, M.W.; ROBERTS, E.H. **The storage of recalcitrant seeds; achievements and possible approaches**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1979. 96p.
- NEVES, C.S.V.J. Avaliação de métodos para conservação de sementes de abacateiro (*Persea* sp). Piracicaba: ESALQ/USP, 1991. 81p. Dissertação de Mestrado.
- OJIMA, M.; DALL'ORTO, F.A.C.; RIGITANO, O. **Germinação de sementes de nogueira macadâmia**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1976. 16p. (Boletim Técnico, 33)
- PAMMENTER, N.W.; FARRANT, J.M.; BERJAK, P. Recalcitrant seeds: short-term storage effects in

- Avicennia marina* (Forsk.) Vierth. may be germination associated. *Annals of Botany*, London, v. 54, n. 6, p. 843-846, 1984.
- PRANGE, P.W. Estudo de conservação do poder germinativo das sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert) Oltze. *Anuário Brasileiro de Economia Florestal*, Rio de Janeiro, v.16, p.43-48, 1964.
- ROBERTS, E.H. Cytological, genetical, and metabolic changes associated with loss of viability. In: ROBERTS, E.H. *Viability of seeds*. London: Chapman & Hall, 1972a. p.253-306.
- ROBERTS, E.H. Introduction. In: ROBERTS, E.H. *Viability of seeds*. London: Chapman & Hall, 1972b. p.1-13.
- ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, Wageningen, v.1, p.499-514, 1973.
- ROBERTS, E.H. Storage environment and the control of viability. In: ROBERTS, E.H. *Viability of seeds*. London: Chapman & Hall, 1972c. p.14-58.
- ROBERTS, E.H.; ELLIS, R.H. Prediction of seed longevity at sub-zero temperatures and genetic resources conservation. *Nature*, London, v.268, p.431-432, 1977.
- ROBERTS, E.H.; KING, M.W. The characteristics of recalcitrant seeds. In: CHIN, H.F.; ROBERTS, E.H. (Ed.). *Recalcitrant crop seeds*. Kuala Lumpur: Tropical Press, 1980. cap.1, p.1-5.
- SIMÃO, S. Estudo do poder germinativo da semente de manga. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz"*, Piracicaba, v.16, p. 289-297, 1959.
- TOLEDO, F.F. de.; MARCOS FILHO, J. *Manual de sementes; tecnologia da produção*. São Paulo: Ceres, 1977. 224 p.
- WANG, B.S.P. Tree seed and pollen storage for genetic conservation, possibilities and limitations. In: FAO. *The methodology of conservation of forest genetic resources*. Rome: FAO/UNEP, 1975. p.93-103.
- WINTERS, H.F.; RODRIGUEZ-COLON, F. Storage of macadamia seeds. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*, St. Joseph, v.61, p.304-306, 1953.
- ZINK, E.; OJIMA, M. Influência das condições de armazenagem no poder germinativo das sementes de nêspera. *Bragantia*, Campinas, v.24, p.9-12, 1965. Supl.
- ZINK, E.; ROCHELLE, L.A. Estudos sobre a conservação de sementes, XI - Cacau. *Bragantia*, Campinas, v.23, n.11, p.111-116, 1964.