FATORES RELACIONADOS COM A DORMÊNCIA DE SEMENTES DE PEQUI
(CARYOCAR BRASILIENSE (AMB.))

JOSÉ TEODORO DE MELO
Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro - 1987

Melo, José Teodoro de
M528f Fatores relacionados com a dormência de
sementes de pequi (Caryocar brasiliense
Camb.). Piracicaba, 1987.

92p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Pequi - Semente - Dormência 2. Semen
te de pequi - Dormência I. Escola Superior
de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.973166

FATORES RELACIONADOS COM A DORMÊNCIA DE SEMENTES DE PEQUI

JOSÉ TEODORO DE MELO

Aprovada em: 16/03/1988

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves ESALQ/USP

Prof. Dr. Joaquim Albenísio Gomes da Silveira ESALQ/USP

Prof. Dr. Fábio Poggiani ESALQ/USP

Prof. Dr. Antonio Natal Gonçalves
Orientador

*À minha esposa
Joana D'Arc*

*Ao meu filho
Jãmeron*

*Aos meus pais
José Avelino e
Virgínia*

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Antonio Natal Gonçalves, pela valiosa orientação, amizade e conhecimentos transmitidos;
- À Joana D'Arc Viana de Souza e Melo pela confecção de gráficos e figuras e principalmente pelo incentivo e apoio durante o curso, sobretudo nos momentos difíceis;
- À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em especial ao Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CPAC), pela oportunidade de treinamento;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) em especial ao Departamento de Ciências Florestais, pela realização do Curso;
- Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (EMBRAPA) e ao colega José Antonio da Silva do CPAC, pela colaboração na coleta de frutos;
- Ao Professor Paulo Yoshio Kageyama, pelas valiosas sugestões para realização do trabalho;
- Ao Professor Hilton Thadeu Zarate do Couto, pelo auxílio nas análises estatísticas;
- Aos colegas do curso pelas constantes trocas de idéias, em especial Benedito Alísio da Silva Pereira e Reginaldo Brito da Costa;
- Aos funcionários da Biblioteca do IPEF, em especial à Maria-lice Metzker Poggiani, pelo apoio concedido;

v.

Ao José Roberto Romanini, pelo auxílio nos trabalhos de laboratório;

A todos que contribuíram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS	xiii
RESUMO	xvi
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O gênero <i>Caryocar</i>	3
2.2. Importância econômica	4
2.3. Floração e frutificação	6
2.4. Aspectos do fruto	6
2.5. Estrutura da semente	7
2.6. Dispersão e germinação	8
2.7. Dormência	9
2.8. Causas da dormência	11
2.8.1. Impermeabilidade à água.....	11
2.8.2. Impermeabilidade à gases.....	13
2.8.3. Inibidores de germinação.....	14
2.8.4. Resistência mecânica dos envoltórios da semente.....	16
2.8.5. Imaturidade e dormência do embrião.	17
2.8.6. Combinação de mecanismos de dormên- cia.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Material	19
3.1.1. Coleta de frutos.....	19
3.1.2. Caracterização dos locais de coleta	
3.1.3. Secagem, transporte e armazenamento dos putâmens.....	20

3.2. Métodos	21
3.2.1. Determinação da presença de reguladores de crescimento.....	21
3.2.1.1. Preparo do material.....	21
3.2.1.2. Métodos de extração de reguladores de crescimento..	21
3.2.1.2.1. Extração em solução de metanol 80% volume/volume com fracionamento.....	21
3.2.1.2.2. Extração em água à temperatura ambiente por 24 horas em agitação constante	23
3.2.1.2.3. Extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento.....	23
3.2.1.3. Planta teste.....	24
3.2.1.4. Preparo do substrato para germinação.....	25
3.2.1.5. Delineamento estatístico...	26
3.2.1.6. Variáveis avaliadas.....	26
3.2.1.7. Modelo de análise de variância.....	27
3.2.2. Absorção de água.....	27
3.2.2.1. Absorção de água pelo embrião.....	27
3.2.2.2. Absorção de água pela polpa espinhos e endocarpo.....	28
3.2.2.3. Delineamento estatístico...	29
3.2.2.4. Correlação entre a absorção de água e o período de embebição.....	29

3.2.3. Tratamentos para quebra de dormência.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1. Determinação da presença de reguladores de crescimento.....	33
4.1.1. Extração em solução de metanol 80% volume/volume com fracionamento....	33
4.1.2. Extração em água à temperatura ambiente por 24 horas em agitação constante.....	39
4.1.3. Extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento.....	46
4.2. Absorção de água.....	50
4.2.1. Absorção de água pelo embrião.....	50
4.2.2. Absorção de água pela polpa, espinhos e endocarpo.....	60
4.2.3. Correlação entre a absorção de água e o período de embebição.....	60
4.2.4. Velocidade de absorção de água pelo embrião.....	61
4.3. Tratamentos para quebra de dormência.....	67
4.4. Possíveis mecanismos de dormência do pequi.....	71
4.4.1. Impermeabilidade à água e à gases..	71
4.4.2. Inibidores de germinação.....	72
4.4.3. Resistência mecânica dos envoltórios.....	73
4.4.4. Imaturidade e dormência do embrião.	73
4.4.5. Combinação de mecanismos de dormência.....	74

4.4.6. Modelo proposto para a quebra de dormência dos putâmens em condições naturais.....	74
5. CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
APÊNDICE	84

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	Página
1. Método de extração de reguladores de crescimento em solução de metanol 80% volume/volume, com fracionamento, em agitação constante por 24 horas a temperatura ambiente.....	22
2. Método de extração em água por 24 horas em agitação constante.....	23
3. Método de extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento por 24 horas a 5°C.....	24
4. Efeito das frações orgânica II (FOII), butanólica (BU) e de acetato de etila (AE) obtida da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) sobre a porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L. cv grand rapid).....	37
5. Efeito das frações orgânica II (FOII) butanólica (BU) e de acetato de etila (AE) obtidas da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) sobre o crescimento aéreo e radicular de plântulas de alface (<i>Lactuca sativa</i> cv grand rapid).....	38

FIGURAS

Página

6. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid)..... 43

7. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sobre o crescimento aéreo e radicular de plântulas de alface (*Lactuca sativa* cv grand rapid)..... 44

8. Modelo de mecanismos hormonais de dormência e germinação de sementes usando giberelina, citocininas e inibidores..... 45

9. Efeito dos extratos aquosos (AG) e metanólico (ME) da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* cv repolhu da)..... 49

10. Efeito do período de embebição na absorção de água por embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT); sem polpa (SPO); sem polpa e sem espinhos (SES) e sem envoltórios (EMB). Frutos procedentes de Padre Bernardo-GO..... 52

FIGURAS

Página

11. Efeito do período de embebição na absorção de
 água por embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT); sem
 polpa (SPO); sem polpa e sem espinho (SES);
 sem polpa e sem espinho com o hilo cárpico
 impermeabilizado (SEI) e sem envoltórios
 (EMB). Frutos procedentes de Sete Lagoas -
 MG..... 55

12. Efeito do período de embebição na absorção
 de água pela polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)..... 64

13. Efeito do período de embebição na absorção de
 água pelos espinhos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT) e
 sem polpa (SPO)..... 65

14. Efeito do período de embebição na absorção
 de água por endocarpo de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT);
 sem polpa (SPO); sem polpa e sem espinhos
 (SES) e sem polpa e sem espinho com o hilo
 cárpico impermeabilizado (SEI)..... 66

LISTA DE TABELAS

TABELAS	Página
1. Latitude, longitude, altitude, temperatura média anual e precipitação média anual dos locais de coleta dos frutos.....	20
2. Tratamentos para quebra de dormência de putâ mens de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) intactos (PI) e sem polpa e sem espinhos (SE)..	31
3. Efeito de diferentes frações da polpa (PO); espinhos (ES); endocarpo (EN) e do embrião (EM) de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L. cv grand rapid) e no crescimento das partes aérea e radicular das plântulas.....	36
4. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO); espinhos (ES); endocarpo (EN) e do embrião (EM) de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L. cv grand rapid) e no crescimento das partes aérea e radicular das plântulas.....	42
5. Efeito dos extratos aquoso e metanólico da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface (<i>Lactuca sativa</i> L. cv repolhuda).....	48

TABELAS

Página

6. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, em função do tempo de embebição em água destilada a 30°C.....	51
7. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, em função do tempo de embebição em água destilada a 30°C...	54
8. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, em função da eliminação das partes que os envolvem.....	57
9. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) de frutos coletados em Sete Lagoas.MG, em função da eliminação das partes que os envolvem.....	59
10. Valores de a, b e r do modelo de regressão $Y = a + b \text{ LN } (x)$ para as diferentes partes do putâmen de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.). Y = teor de umidade; x = dias de embebição a 30°C.....	62
11. Velocidade de absorção de água por embriões de pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) x embriões em putâmens inteiros (INT), sem polpa (SPO), sem polpa e sem espinhos (SES), sem polpa e sem espinhos com o hilo cãrpico impermeabilizado (SEI). As comparações foram feitas através dos coeficientes angulares b.....	63

TABELAS

Página

12. Efeito dos tratamentos para quebra de dor- mência sobre a porcentagem e velocidade de germinação de embriões de pequi (<i>Caryocar bra- siliense</i> Camb.) em casa de vegetação.....	70
--	----

FATORES RELACIONADOS COM A DORMÊNCIA DE SEMENTES DE PEQUI
(CARYOCAR BRASILIENSE CAMB.)

Autor: JOSÉ TEODORO DE MELO

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de inibidores, absorção de água e temperatura sobre a dormência de sementes de pequi.

A determinação da presença de inibidores da germinação nas diferentes partes do putâmen foi feita com extração em água a 5°C e 25°C e em metanol 80% com e sem fracionamento, a 25°C. A planta teste utilizada foi alface, *Lactuca sativa* L. cv. repolhuda e grand rapid.

A impermeabilidade à água foi analisada pelo efeito da eliminação de cada parte do putâmen na absorção de água pelo embrião.

Os tratamentos utilizados para a quebra de dormência foram em combinações de: putâmens inteiros, com eliminação da polpa e de espinhos com e sem pré-embebição a

5°C (geladeira) e a $\pm$ 25°C (temperatura ambiente) por 1 e 8 dias e germinadas em caixas de areia sob condições de casa de vegetação.

A análise dos resultados permitiram as seguintes conclusões:

- A presença de todos os envoltórios afetou significativamente a absorção de água pelo embrião;
- O hilo cárpico mostrou ser uma importante via de entrada de água para o embrião;
- A absorção de água pelo embrião foi muito rápida nos três primeiros dias de embebição e a partir do décimo dia não foi significativa;
- A polpa, os espinhos e o endocarpo reduziram significativamente a germinação;
- O tratamento a baixa temperatura (5°C) por 8 dias reduziu a germinação, entretanto, putâmens sem polpa e sem espinhos submetidos a essa mesma temperatura por um dia apresentaram melhor germinação;
- Extratos aquosos e metanólicos da polpa, endocarpo e espinhos diminuíram a porcentagem e a velocidade de germinação de sementes de alface, pela presença de inibidores;

- Com base nos resultados apresentados foi proposto um possível mecanismo para a germinação em condições naturais, onde a dormência é quebrada pela chuva, remoção dos componentes dos putâmens por agentes naturais e pela variação de temperatura.

FACTORS RELATED TO SEED DORMANCY OF "PEQUI",
CARYOCAR BRASILIENSE CAMB.

Author: JOSÉ TEODORO DE MELO

Adviser: Prof. Dr. ANTONIO NATAL GONÇALVES

SUMMARY

The aim of this work was to study the effects of inhibitors, water absorption and temperature on seed dormancy of "pequi".

The determination of germination inhibitors presence in the different parts of "putamen" was made with extraction in water at 5°C and 25°C and with methanol 80%. The test plant was lettuce, *Lactuca sativa* L. cv. "repolhuda" and grand rapid.

The impermeability to water was analyzed through the effect of the removal of each component of the "putamen" on water absorption by the embryo.

The treatments utilized to break the "putamen" dormancy were the combination of: whole "putamen", with the removal of the flesh and of the spinules with and without pre-imbibition at 5°C (refrigeration) and at $\pm$ 25°C (envi-

ronmental conditions) for 1 and 8 days and germinated in sand boxes under greenhouse conditions.

The analysis of the results allowed to draw the following conclusions:

- The presence of all the "putamen" components reduced significantly the absorption of water by the embryo;
- The carpic hilum showed to be in important water entrance to the embryo;
- The water absorption by the embryo was high untill the third day and low untill the tenth day;
- The flesh, the spinules, and endocarp increased the dormancy through the reduction of water to the embryo;
- Water and methanolic extracts of "pequi" seed flesh, endocarp and spinules reduced the germination percentage and rate of lettuce seed due to the presence of inhibitors;
- The heatment with low temperature (5°C) for 8 days reduced the "pequi" seed germination. However seeds without flesh and epinules under the treatment with low temperature (5°C) for one day showed the best germination percentage,

- Based on the results, it was proposed a possible mechanism for the "putamen" germination under natural conditions. Where, the dormancy could be broken by combination rain/natural removal of the "putamen" components/seasonal temperature variation/rain.

1. INTRODUÇÃO

O escasso conhecimento silvicultural das espécies arbóreas nativas do cerrado tem limitado o uso racional destas.

A crescente ocupação do cerrado pela expansão agrícola tem levado à destruição de espécies arbóreas com potencial madeireiro e frutícola. Entre estas espécies, o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) se destaca pela produção de fruto oleaginoso de grande valor nutritivo. Este fruto é muito utilizado pela população do cerrado.

Apesar da grande produção de frutos, até 2000 por árvore, não se observa a regeneração natural em escala significativa. Tanto sob condições naturais como sob condições de viveiro, a germinação de putâmens de pequi é irregular e lenta. Estas limitações inviabilizam tanto a produção racional de mudas como a utilização silvicultural do pequi.

Os objetivos deste trabalho foram:

1. Determinar os possíveis mecanismos de dormência do putâmen do pequi através de:
 - a) determinação da presença de inibidores da germinação nas diferentes partes do putâmen (polpa, espinho, endocarpo e embrião);
 - b) determinar a influência das diferentes partes do putâmen (polpa, espinho e endocarpo) na absorção de água pelo embrião;
 - c) determinar os efeitos da eliminação da polpa, dos espinhos e do endocarpo na germinação do embrião.
2. Testar tratamentos para a quebra da dormência do putâmen do pequi.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O GÊNERO *Caryocar*

O gênero *Caryocar*, pertence à família Caryocaraceae, conta com muitas espécies no Brasil, quase todas de grande porte e pertencentes às florestas tropicais úmidas, tudo levando a crêr que o centro de dispersão se encontra na Amazônia (HERINGER, 1962).

Hutchinson¹, citado por BARRADAS (1971), relata que a família Caryocaraceae, apresenta apenas dois gêneros: *Caryocar* L. e *Anthodiscus* G.W. Mey., sendo que o primeiro apresenta folhas opostas e o segundo folhas alternadas. Decker² e Hoehne³, citados por BARRADAS (1971), afirmam que a família Caryocaraceae é exclusivamente sul-americana, não ultrapassando os limites da Colômbia e Venezuela. Todavia, existe literatura indicando a ocorrência de espécies desta família nas Antilhas e Costa Rica (BARRADAS, 1971).

-
- 1 HUTCHINSON, J. Evolution and phylogeny of flowering plants. London, Academic Press, 1969. XXIV + 717 p. ilustr.
 - 2 DECKER, J.S. Aspectos biológicos da flora brasileira. São Leopoldo-RS, Rotermond & CO., 1936. 640p.
 - 3 HOEHNE, F.C. Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais. São Paulo, Graphicars, 1939. 355p.

O gênero *Caryocar* é o que apresenta maior número de espécies, um total de dezenove, das quais oito ocorrem no Brasil (BARRADAS, 1971), sendo a maioria árvores majestosas da Amazônia (DUCKE, 1930, 1933).

De acordo com RIZZINI (1963, 1971), nos cerrados encontram-se *Caryocar brasiliense* Camb. e *Caryocar coriaceum* Wittm. HOEHNE (1930), afirma que a primeira espécie se estende desde a fronteira da Bolívia, através de todo o Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, parte alta de São Paulo, sul da Bahia e norte do Paraná e nas regiões onde o cerrado predomina. BARRADAS (1971) citando vários autores assinala a ocorrência de *Caryocar brasiliense* no Paraguai e em Osório, Rio Grande do Sul, entretanto, a própria autora duvida da ocorrência da espécie neste Estado, uma vez que aí não ocorre cerrado e mesmo porque a família Caryocaraceae não é citada nos estudos realizados por Lindman em 1906 sobre a vegetação do Rio Grande do Sul. Esse ponto de vista foi defendido por HERINGER (1962), segundo o qual o gênero *Caryocar* não chega a atingir Santa Catarina. MAGNANI & MATTOS (1956) relatam a ocorrência de *Caryocar barbinerve* no Espírito Santo. Nas regiões das serras de Pernambuco e Ceará ocorrem *Caryocar glabrum* Pers., *Caryocar amygdalyferum* Mutis e *Caryocar nuciferum* (HERINGER, 1962).

2.2. IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

A importância econômica do gênero *Caryocar* se deve à qualidade de sua madeira, extremamente resistente, e ao

valor dos frutos que se constituem numa excepcional reserva alimentícia natural, fonte de vitaminas e lipídeos à disposição das populações carentes do interior (CETEC, 1983). Especies como *Caryocar nuciferum*, *Caryocar vilosum*, *Caryocar glabrum*, *Caryocar amygdalyferum*, *Caryocar tomentosum* e *Caryocar butyrospermum* são muito conhecidas por suas sementes comestíveis.

Nos cerrados assume grande importância o *Caryocar brasiliense*, cuja madeira é usada para esteios de curral e moirões (HERINGER, 1962), para xilografia, construções civis e navais (BARRADAS, 1971 e CORREA, 1974) e para carvão siderúrgico (BARRADAS, 1971), entretanto HERINGER (1958) não a recomenda como combustível. Apresenta peso específico de 0,88 g/cm³ e resistência média de 667 kg/cm² (RIBEIRO, 1980). A casca, as folhas e a polpa dos frutos possuem tanino, constituindo matéria-prima da tinta de escrever e de outras tinturas (BARRADAS, 1971; CETEC, 1983 e CORREA, 1974). Entretanto, são os putâmens do produto mais significativo da planta devido as suas qualidades alimentares. A polpa e a "amêndoa" nele encontradas são ricas em riboflavina, tiamina, provitamina A e em óleos que lhes conferem grande valor nutritivo (CETEC, 1983). O óleo da "amêndoa" também é usado na iluminação e como lubrificantes (CETEC, 1983 e BARRADAS, 1971), na indústria farmacêutica, fabricação de licores, sabões e no consumo doméstico (CETEC, 1983 e CORREA, 1974).

2.3. FLORAÇÃO E FRUTIFICAÇÃO

A floração e a frutificação do pequi variam de acordo com o local. Nos cerrados paulistas a espécie floresce de outubro a dezembro e frutifica de janeiro a março (BARRADAS, 1971). No Distrito Federal a floração é de setembro a novembro e a queda de frutos ocorre no período chuvoso. SOUZA (1954), afirma que de modo geral, as flores aparecem logo após as primeiras chuvas e a frutificação é de janeiro a março.

2.4. ASPECTOS DO FRUTO

O fruto de *Caryocar brasiliense* é uma drupa constituída de uma fina casca externa de cor verde acinzentada que constitui o exocarpo (CETEC, 1983 e BARRADAS, 1971). Este apresenta epiderme com células pequenas e núcleos bem nítidos. Imediatamente após a epiderme ocorrem células que são intensamente coradas pela safranina e menores que as do mesocarpo que se inicia logo abaixo. Na epiderme ocorrem estômatos que se enquadram no tipo amonocítico (BARRADAS, 1971).

O mesocarpo, pouco fibroso e rico em tanino, envolve de um a quatro putâmens. Esse número determina a forma do fruto que pode ser esférica no caso de apresentar apenas um, ou lobulada, caso contenha mais de dois (CETEC, 1983). Com o desenvolvimento do fruto o mesocarpo torna-se heterogêneo, apresentando duas regiões distintas denominadas mesocarpo externo, cujas células são menores, e mesocarpo interno com células

maiores. Entre essas camadas verifica-se a existência de uma zona limítrofe cujas células estão em constante divisão (BARRADAS, 1971).

O endocarpo apresenta-se bastante heterogêneo com três regiões distintas: a parte interna constituída por células irregulares; a parte mediana onde, além dessas células irregulares, encontram-se também outras alongadas dispostas de maneira desordenada e a parte externa formada por prolongamentos ou espinhos que penetram no tecido parenquimático do mesocarpo (BARRADAS, 1971). O endocarpo, duro e lenhoso, aloja uma semente oleaginosa e de cor branca chamada "amêndoa" (CETEC, 1983). Os Apêndices 9 e 10 mostram detalhes dos frutos e das partes que compõem o putâmen.

2.5. ESTRUTURA DA SEMENTE

A semente adulta de *Caryocar brasiliense* é envolta por um endocarpo rígido e espinhoso. Esse conjunto constitui o putâmen que, nos frutos maduros, retém a parte interna do mesocarpo. A semente é constituída de embrião, tegumento e vestígios de endosperma. O embrião apresenta o hipocótilo extremamente desenvolvido, cotilédones escamiformes, epicótilo pouco desenvolvido (com os primórdios foliares na sua extremidade) e a radícula pouco diferenciada. O hipocótilo, parte espessa que acumula lipídeos, é constituído de células irregulares de secção aproximadamente circular. Os cotilédones são pequenos e escamiformes e toda a região abaixo da inserção destes com o embrião constitui o hipocótilo. Acima da inserção

dos cotilédones situa-se o epicótilo com o meristema apical e primórdios foliares na extremidade. Esses primórdios, em número aproximado de 15, não são subdivididos, embora as folhas adultas sejam trifoliadas. Acredita-se que muitos deles devem originar apenas escamas ou então folhas simples na planta. Cada cotilédone é percorrido por cinco feixes vasculares, tendo o feixe médio, a forma aproximada de arco (BARRADAS, 1971).

Na semente adulta, persistem algumas camadas de endosperma entre o tegumento e o embrião. A maior quantidade ocorre próxima ao hilo, formando uma dobra na parte de contato com a plúmula. Entre o tegumento seminal e o endosperma permanecem restos de um tecido comprimido e desorganizado, provavelmente resultante da nucela. O polo radicífero do embrião situa-se na extremidade oposta à plúmula, em continuação ao hipocótilo. Nesta região nota-se a presença de células menores constituindo um meristema sub-apical; essa estrutura é a radícula (BARRADAS, 1971).

2.6. DISPERSÃO E GERMINAÇÃO

A unidade de dispersão do pequi é o caroço ou putâmen, que se constitui da semente envolta pelo rígido endocarpo. Não se conhecem ainda para essa espécie as particularidades dos mecanismos de dispersão de frutos e sementes (BARRADAS, 1971). Entretanto, pesquisas de campo realizadas no norte de Minas Gerais não descartam a possibilidade de que ela seja feita por roedores como rato do campo, preá e paca, que são

vistos freqüentemente próximos aos pequizeiros à procura de alimentos (CETEC, 1983).

RIZZINI (1965), relata que em cerrado muito afetado pelo homem, a reprodução vegetativa exerce importante papel na perpetuação da espécie, entretanto, cerrados e cerradões bem estabelecidos constituem ambientes onde as sementes podem germinar e as mudas sobreviverem. Para *Caryocar brasiliense*, este fato foi confirmado através de plântulas em condições naturais por vários pesquisadores como: LABOURIAU et alii (1963); LABOURIAU et alii (1964); RIZZINI (1965); VALIO & MORAES (1966) e BARRADAS (1971), e pela ocorrência de plântulas sem ligações subterrâneas com indivíduos adultos (LABOURIAU et alii, 1963).

Vários autores como HERINGER (1962), BORGES (s.d.) e CONCEIÇÃO (s.d.) mostram que a germinação das sementes do gênero *Caryocar* é lenta e com baixa porcentagem. Esses autores encontraram períodos que variaram de 1 a 6 meses com tratamento para quebra de dormência e de 9 meses sem nenhum tratamento.

2.7. DORMÊNCIA

Sementes dormentes são aquelas tidas como viáveis que colocadas em condições ambientais favoráveis não germinam (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980 e POPINIGIS, 1977).

Quanto à origem, a dormência pode ser primária

ou secundária. Dormência primária é aquela que já se apresenta na época da colheita ou do completo desenvolvimento da semente e secundária é aquela que aparece após a colheita, sendo geralmente induzida quando se dão todas as condições favoráveis, exceto uma (POPINIGIS, 1977).

As espécies cultivadas há longo tempo, apresentam de maneira geral, pouca dormência devido a seleção feita pelo homem. Em contraste as espécies silvestres apresentam, em muitos casos, longos períodos de dormência (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

Vários trabalhos têm mostrado que a germinação das sementes do gênero *Caryocar* é demorada e com baixa porcentagem. HERINGER (1962), relata que sementes de *Caryocar brasiliense* estratificadas à temperatura ambiente por um ano germinam mais rápido que as recém-colhidas, entretanto, a taxa de germinação é baixa, em torno de 20% aos 344 dias após a semeadura. Esse fato levou o autor a admitir a possível existência de um inibidor de crescimento no putâmen que controlaria a germinação para condições ecológicas mais propícias para as plantas. BORGES (s.d.), também trabalhando com *Caryocar brasiliense*, concluiu que, sem qualquer processo de quebra de dormência, a germinação se inicia 9 meses após a semeadura. Submetendo-se os putâmens a um choque térmico a frio por 24 horas em congelador de geladeira ou a um choque térmico a frio e a quente pelo processo anterior seguido pela permanência em estufa a 70°C por uma hora ela se inicia aos 40 - 50 dias, entre-

tanto é baixa, em torno de 20 a 25%. No caso de *Caryocar coriaceum*, espécie muito parecida com *Caryocar brasiliense*, o período de germinação varia de 1 a 6 meses mesmo após o despolpamento (CONCEIÇÃO, s.d.)

2.8. CAUSAS DA DORMÊNCIA

2.8.1. Impermeabilidade à água

A impermeabilidade do tegumento à água é um dos mecanismos de dormência mais conhecido entre as espécies sendo mais comum nas leguminosas. A impermeabilidade é causada pela deposição de substâncias impermeáveis à água na testa, pericarpo ou na membrana nucelar. Essas substâncias podem ser suberina, lignina, cutina, tanino, pectina e derivados da quinona (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

Em muitos casos a impermeabilidade tem sido considerada como um fator genético, embora as condições do meio possam influenciar na porcentagem de sementes impermeáveis (ALBRECHT, 1981). CARVALHO & NAKAGAWA (1980) afirmam que as condições ambientais a que são submetida a planta mãe podem influir na permeabilidade do tegumento e que a umidade relativa do ar, a temperatura e a luz parecem afetar mais que a fertilidade. DEXTER (1955) observou que sementes de alfafa de maiores altitudes apresentaram mais sementes duras que as de menores altitudes. No caso de soja, locais com baixa umidade relativa e altas temperaturas originaram maior porcentagem de sementes duras (BACIUS-MICLAUS, 1970).

MELHEM (1974) verificou que em sementes de *Dipterix alata* a testa é a principal região de entrada de água na semente, enquanto que, o hilo e a micrópila têm papel insignificante. Hyde¹, citado por VILLIERS (1972), descreve a estrutura do hilo das leguminosas como uma válvula que permite tanto a perda como a entrada de água nas sementes.

RIZZINI (1970) estudou a absorção de água por sementes de *Andira humilis* envoltas pelo endocarpo do fruto verificou que a maior absorção ocorre nos três primeiros dias de embebição e que no décimo dia a água atinge o embrião. JOLY & FELIPPE (1979) verificaram que sementes de *Rapanea guianensis* não germinam quando contidas dentro do fruto, entretanto, uma vez liberada a semente, a germinação inicia-se a partir do quinto dia de embebição. Os autores verificaram que nesse caso a dormência se deve à resistência do endocarpo e não à impermeabilidade.

Vários tratamentos são usados para superar a impermeabilidade. Sementes de *Hymenaea courbaril* e *Hymenaea parvifolia* têm a germinação aumentada de 6 para 90% quando submetidas a ácido sulfúrico comercial por 35 minutos seguido por imersão em água por 12 horas (CARPANEZZI & MARQUES, 1981). Sementes de *Peltophorum dubium* têm sua impermeabilidade superada quando imersas em ácido sulfúrico concentrado por 4 a 8 minu-

1 HYDE, E.O.C. The function of the hilum in some Papilionaceae in relation to the ripening of the seed. Ann. Bot., London, 18:241, 1954.

tos (BIANCHETTI & RAMOS, 1982 a) enquanto que sementes de *Aca-cia mearnsii* tornam permeáveis quando imersas em água a 90°C seguido de repouso na mesma água sem aquecimento por 24 horas ou então quando imersas em água fervente por 3 a 6 minutos (BIANCHETTI & RAMOS, 1982b). Na natureza a escarificação pode ser feita através da passagem pelo trato digestivo de animais, pelo fogo e pelas variações de temperatura e umidade relativa (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

Para o *Caryocar brasiliense* não foram encontrados registros de literatura sobre a existência ou não de camadas impermeáveis tanto no fruto como na semente.

2.8.2. Impermeabilidade a gases

A impermeabilidade a gases é responsável pela dormência em várias espécies. Brown¹, citado por VILLIERS (1972), verificou que em *Curcubita pepo* a camada interna do tegumento é mais permeável que a externa. COME & TISSAOUI (1973), trabalhando com sementes de maçã, verificaram que a impermeabilidade ao oxigênio se deve a presença de compostos fenólicos que fixam o oxigênio dissolvido na água. Em *Xanthium pensilvânica* a dormência se deve não à impermeabilidade a gases e sim a inibidores de germinação que decrescem quando as sementes são

1 BROWN, R. An experimental study of the permeability to gases of the seed-coat membranes of *Curcubita pepo*. Ann. Bot., London, 4:379, 1940.

submetidas a oxigênio puro (Porter & Wareing, 1974)¹, citados por CARVALHO & NAKAGAWA (1980). Um caso típico de impermeabilidade a gases em espécies florestais é o de sementes de *Andira humilis* cuja dormência se deve a oxigenação deficiente imposta pela resistência do endocarpo a passagem do ar (RIZZINI, 1970).

2.8.3. Inibidores de germinação

A germinação constitui-se em uma série de processos metabólicos que ocorrem de forma programada, portanto, qualquer substância que interfira nesses processos poderá inibi-la.

De acordo com KHAN (1971) a germinação é controlada pelas giberelinas e pela interação entre citocininas e inibidores. Por este modelo ela pode ocorrer na presença de substâncias inibidoras desde que o nível de citocininas seja suficientemente alto para anular o efeito inibitório. A interação dos inibidores com outros reguladores de crescimento foi observada por vários autores como: USBERTI & FELIPPE (1979); REIS & FREITAS (1985).

A localização dos inibidores varia com a espécie podendo ocorrer no embrião, no endosperma, no tegumento ou

1 PORTER, N.G. & WAREING, P.F. The role of the oxygen permeabilities of the seed coat in the dormancy of seed of *Xanthium pensylvanicum* Wallr. J. Exp. Bot., 25:583-4, 1974.

no pericarpo do fruto (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980), no caule, folhas, raízes, flores, frutos e sementes (RICE, 1974) ou mesmo em todas as partes da planta (KETRING, 1973), entretanto, sua ação nem sempre é no local de onde é extraído (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

A maioria dos inibidores de germinação são substâncias simples e de baixo peso molecular, algumas são voláteis como a amônia, o etileno e alguns óleos essenciais (KETRING, 1973 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Alguns inibidores ocorrem naturalmente na semente como: aldeídos, fenóis, alcalóides, ácidos cinâmicos, lactonas insaturadas e ácidos orgânicos (KETRING, 1973; RANDI, 1982 e POPINIGIS, 1977), açúcares (RANDI, 1982) saponina (NORD & VANATTA, 1960). Entre as substâncias inibidoras a mais importante é, sem dúvida, o ácido abscísico, cuja presença está bem demonstrada em várias espécies (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980; POPINIGIS, 1977 e RANDI, 1982), em muitos casos seu efeito pode ser anulado pelo ácido giberélico, citocinina e pela luz (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

A presença de inibidores tem sido detectada em diversas espécies florestais como: *Miconia cinammomifolia* e *Ocotea puberula* (RANDI, 1982), *Acer sacharum* (JANERETTE, 1978), algumas espécies de *Eucalyptus* (RICE, 1974), *Dipterix alata* (MELHEM, 1975) e *Andira humilis* (RIZZINI, 1970). No caso de *Dipterix alata* o inibidor tem efeito sobre sementes de diversas hortaliças, porém, não inibe a germinação de sementes da própria espécie. Em *Andira humilis* o inibidor embora muito

ativo quando aplicado externamente não interfere na germinação, sendo provavelmente metabolizado nas células em crescimento originando compostos inativos.

Quanto ao *Caryocar brasiliense* não se encontrou registro de literatura comprovando a existência ou não de inibidores de germinação. Entretanto, HERINGER (1962) levanta suspeitas quanto à presença dessa substâncias no putâmen que controlaria a germinação para época mais propícia.

2.8.4. Resistência mecânica dos envoltórios da semente

As sementes de algumas espécies apresentam tegumento permeável mas são impedidas de germinar devido a resistência mecânica ao crescimento do embrião (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Entretanto, muitos casos de dormência atribuídos a essa causa se devem a outros fatores isolados ou em somatório à resistência mecânica (VILLIERS, 1972), em outros casos se devem a partes do fruto e não da semente como por exemplo em certas rosáceas e pêssego que apresentam o endocarpo resistente (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

De acordo com POPINIGIS (1977) existem dúvidas quanto a dormência devido à resistência mecânica, principalmente porque as evidências a seu favor se baseiam apenas em suposições sendo raras as pesquisas sobre as propriedades mecânicas das coberturas que envolvem o embrião. Entretanto, diversos autores têm mostrado que a resistência mecânica dos envol-

tórios podem causar dormência. Entre eles podemos citar MULLER (1985) que afirma que a rigidez da casca é a principal causa de dormência em *Bertholletia excelsa* (Castanha do Pará); Esashi & Leopoldo¹, citados por POPINIGIS (1977) que concluíram que sementes dormentes de *Xanthium* apresentam a mesma resistência das não dormentes, entretanto, geram menor força de ruptura durante a germinação e JOLY & FELIPPE (1979) mostraram que a dormência de *Rapanea guianensis* é causada somente pela resistência imposta pelo endocarpo.

2.8.5. Imaturidade e dormência do embrião

Em certas espécies o embrião ainda se encontra imaturo quando ocorre a dispersão. Nesses casos a germinação não ocorre enquanto não houver o desenvolvimento do embrião que pode levar alguns dias ou muitos meses, dependendo da espécie (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980). Em *Caltha palustris* esse período é de 10 dias enquanto que em *Fraxinus excelsior*, é de vários meses (WAREING & PHILLIPS, 1973). Em outros casos os embriões são morfológicamente completos, entretanto não germinam devido a imaturidade fisiológica (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

2.8.6. Combinação de mecanismos de dormência

A presença de uma causa de dormência não elimi-

1 ESASHI, Y. & LEOPOLDO, A.C. Physical forces in dormancy and germination of *Xanthium* seeds. Plant Physiology, Lancaster, 43:871-6, 1968.

mina a possibilidade de que outras também estejam presentes (POPINIGIS, 1977). Um caso típico onde várias causas atuam causando dormência é descrito por VILLIERS (1972) para *Fraxinus excelsior* cuja germinação é retardada pela impermeabilidade a gases, embrião imaturo e embrião dormente.

Quando ocorrem vários tipos de dormência simultaneamente há necessidade de diferentes tratamentos para superá-la (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980 e POPINIGIS, 1977).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Coleta dos frutos

Foram realizadas 2 coletas de frutos: uma na localidade de Lontra, município de Sete Lagoas-MG, em janeiro de 1986 e outra em Padre Bernardo-Go, em janeiro de 1987.

As coletas foram realizadas em árvores isoladas entre si por uma distância mínima de 50m. Devido às características de tamanho e peso dos frutos, as quais não permitem a dispersão pelo vento, optou-se pela coleta no chão utilizando-se apenas frutos completamente maduros e que estivessem na área de projeção da copa.

3.1.2. Caracterização dos locais de coleta

Os locais de coleta são caracterizados por uma vegetação típica de cerrado com alto grau de intervenção humana. Em ambos os locais o regime de chuvas se caracteriza por um período chuvoso e um período seco bem definidos sendo que a estação chuvosa vai de outubro a março.

As características climáticas e geográficas dessas localidades são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Latitude, longitude, altitude, temperatura média anual e precipitação média anual dos locais de coleta dos frutos.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	TMA* (°C)	PMA** (mm)
Sete Lagoas-MG	19° 28'	44° 15'	736	22,1	1.340
Padre Bernardo-GO	15° 12'	48° 21'	639-822	21,0	1.600

* Temperatura média anual

** Precipitação média anual

Fonte: BRASIL (1977)

3.1.3. Secagem, transporte e armazenamento dos putâmens

Após a coleta, os caroços ou putâmens foram retirados imediatamente dos frutos e secos à sombra em galpão coberto e ventilado até atingirem teor de umidade em torno de 8%. Os putâmens foram acondicionados em embalagem permeável e transportados via rodoviária. Aqueles procedentes de Padre Bernardo-GO, foram armazenados em câmara a 47% de umidade relativa e temperatura de 21°C e os procedentes de Sete Lagoas-MG, em galpão coberto sob condições ambientais.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Determinação da presença de reguladores de crescimento

3.2.1.1. Preparo do material

A presença de reguladores de crescimento foi avaliada nas diferentes partes que compõem o putâmen, ou seja, na polpa, nos espinhos, no endocarpo e no embrião. A polpa e o endocarpo foram triturados em moinho tipo "Willey" com peneira de 10 mesh, o embrião em almofariz, enquanto que os espinhos, devido as suas reduzidas dimensões, não sofreram trituração.

3.2.1.2. Métodos de extração de reguladores de crescimento

Foram testados 3 métodos de extração para a determinação de reguladores de crescimento.

3.2.1.2.1. Extração em solução de metanol 80% volume/volume com fracionamento

Este método é o de Válio, 1969, descrito em detalhes por FELIPPE (1979) com agitação constante e temperatura ambiente. Foram utilizadas 20 g de cada parte de putâmen triturada, conforme descrito no item 3.2.1.1. para cada 100 ml de solução. Uma descrição deste método encontra-se na Figura 1.

Figura 1. Método de extração de reguladores de crescimento em solução de metanol 80% volume/volume com fracionamento, em agitação constante por 24 horas à temperatura ambiente.

Fonte: FELIPPE (1979).

3.2.1.2.2. Extração em água à temperatura ambiente por 24 horas em agitação constante

Neste processo a extração foi feita em água à temperatura ambiente mantendo agitação constante. Utilizou-se 20g de cada parte do putamen triturada conforme descrito no item 3.2.1.1. Uma descrição deste método encontra-se na Figura 2.

Figura 2. Método de extração em água por 24 horas em agitação constante.

Fonte: RANDI (1982), modificado.

3.2.1.2.3. Extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento

Neste processo as extrações foram feitas à temperatura de 5°C sem agitação. O período de permanência

nesta temperatura foi de 24 horas antes de cada filtração. No caso da extração com metanol, após a segunda filtração, este foi removido por evaporação à temperatura ambiente obtendo-se assim o extrato bruto aquoso. Utilizou-se 20g de cada parte do putâmen triturada conforme descrito no item 3.2.1.1. Uma descrição deste método encontra-se na Figura 3.

Figura 3. Método de extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento por 24 horas a 5°C.

Fonte: RANDI (1982).

3.2.1.3. Planta teste

Para determinar a presença de reguladores de crescimento foi utilizado semente de alface (*Lactuca sativa* L.) cultivar repolhuda com 95% de germinação para o método

de extração 3 (frutos procedentes de Sete Lagoas-MG) e cultivar grand rapid para os métodos de extração 1 e 2 (frutos procedentes de Padre Bernardo-GO).

3.2.1.4. Preparo do substrato para germinação

No caso de extração com solução de metanol 80% volume/volume com fracionamento, método 1, foi utilizado alíquota de 5 ml por placa seguido de evaporação por 72 horas à temperatura ambiente e embebição com 5 ml de água destilada por placa. Foram testadas as frações orgânica II (FO II), ácida de acetato de etila (AE) e de n-butanol (BU) das diferentes partes do putâmen.

Para o caso de extração com água, pelo método 2, de cada extrato bruto aquoso obtido conforme descrito no item 3.2.1.2.2, uma alíquota de 5 ml foi colocada em placa de Pétri contendo 4 discos de papel germiteste CEL-065.

De cada extrato foram preparadas 8 placas sendo 4 delas submetidas a evaporação por 72 horas em condições ambientais formando os tratamentos POEV, ESEV, ENEV e EMEV, respectivamente com extrato da polpa, espinho, endocarpo e embrião. Após a evaporação cada placa recebeu 5 ml de água destilada. As placas que não foram submetidas a evaporação formaram os tratamentos PO, ES, EN e EM, respectivamente, com extrato da polpa, espinhos, endocarpo e embrião.

No processo de extração com água e solução de metanol sem fracionamento, método 3, foram usados 5 ml de cada extrato obtido conforme descrito no item 3.2.1.2.3, por placa, seguido de evaporação por 72 horas em condições ambientais e embebição com 5 ml de água destilada.

Como testemunha, para todos os métodos de extração, foram utilizadas placas de Pêtri contendo papel para germinação germiteste CEL-065, embebido com 5 ml de água destilada.

Cada placa, após receber 50 sementes de alface, foi colocada em germinador dotado de luz artificial cuja temperatura era 25°C.

3.2.1.5. Delineamento estatístico

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, considerando cada bandeja do germinador como 1 bloco, com 13 tratamentos incluindo a testemunha para o método de extração em metanol com fracionamento e 9 tratamentos para os outros 2 métodos, 4 repetições e parcelas de 50 sementes por placa de Pêtri.

3.2.1.6. Variáveis avaliadas

As variáveis avaliadas foram a porcentagem e o índice de velocidade de germinação (IVG (POPINIGIS, 1977)). O IVG foi obtido multiplicando-se o número de sementes germinadas a cada dia pelo inverso do número de dias após o início do teste a seguir somando-se estes valores considerando-se como germinadas as sementes que apresentassem

protusão de raiz e os comprimentos da parte aérea e da raiz 72 horas após a semeadura, medindo-se 10 plantas por parcela.

Para atender à condição de normalidade exigida para análise estatística os dados de germinação obtidos em porcentagem foram transformados em $\sqrt{\%}$ (STEEL & TORRIE, 1980).

3.2.1.7. Modelo de análise de variância

A análise estatística foi feita através do teste de F e a comparação das médias pelo teste de Tukey obedecendo ao seguinte esquema de análise de variância.

Causas da variação	G.L.	SQD	QM	F
Tratamentos (T)	(T-1)	SQT	SQT/GL	QMT/QMR
Blocos (B)	(B-1)	SQB	SQB/GL	
Resíduo	(B-1) (T-1)	SQR	SQR/GL	
Total	(B.T)-1			

3.2.2. Absorção de água

3.2.2.1. Absorção de água pelo embrião

Dos frutos coletados em Padre Bernardo-GO foram retiradas ao acaso 4 amostras de 25 putâmens e numeradas

de 1 a 4. Das amostras 1, 2 e 3 foram extraídos manualmente a polpa, a polpa e os espinhos e o embrião, respectivamente formando, na mesma ordem, os tratamentos SPO, SES e EMB. A amostra 4, composta por putâmens inteiros, formou o tratamento INT. As amostras assim preparadas foram colocadas em erlenmayer contendo 500 ml de água e estes mantidos à temperatura constante de 30°C. Após 3, 6, 10, 15 e 18 dias de embebição procedeu-se a troca de água e a avaliação da absorção de água através da porcentagem de umidade em 5 embriões de cada amostra.

A absorção de água pelo embrião também foi avaliada nos frutos procedentes de Sete Lagoas-MG. Os tratamentos foram os mesmos descritos acima, acrescido de um outro que constou de putâmens sem polpa e sem espinhos com o hilo cárpico impermeabilizado por uma camada de cera de abelha (SEI). As avaliações da porcentagem de umidade foram aos 3, 6, 9, 12 e 15 dias de embebição.

3.2.2.2. Absorção de água pela polpa, espinhos e endocarpo

Nos frutos procedentes de Sete Lagoas-MG, além da absorção de água pelo embrião, foi avaliado ainda a absorção pela polpa, espinhos e endocarpo.

Para o cálculo da porcentagem de umidade foi usada a fórmula:

$$TU\% = \frac{(PU-PS) 100}{PU}$$

onde: TU = teor de umidade

PU = peso do material embebido

PS = peso do material após secagem a $100^{\circ}\text{C} \pm 3$, durante 24 horas

3.2.2.3. Delineamento estatístico

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos para os frutos de Sete Lagoas-MG e 4 para os de Padre Bernardo-GO, 5 repetições e parcelas de 1 putâmen. Os dados de umidade, após serem transformados em $\sqrt{x}$ (STEEL & TORRIE, 1980), foram analisados pelo teste de F e as médias comparadas pelo teste de Tukey obedecendo ao seguinte esquema de análise de variância.

Causas da variação	G.L.	SQD	QM	F
Tratamentos (t)	(t-1)	SQt	SQt/GL	QMt/QMr
Resíduo	((t.r)-1)-(t-1)	SQr	SQr/GL	
Total	(t.r)-1			

3.2.2.4. Correlação entre a absorção de água e o período de embebição

Os dados de umidade para cada componente do putâmen foram também analisados por regressão. Os modelos testados foram:

$Y = a + bx$; $Y = a \cdot \text{Exp}(b \cdot x)$; $Y = a + b \cdot \text{LN}(x)$ e

$Y = a \cdot x^b$; onde:

Y = teor de umidade

x = dias de embebição

O modelo que apresentou melhor ajustamento aos valores observados foi $Y = a + b \cdot \text{LN}(x)$. Para teste de significância dos valores de r do modelo escolhido foi utilizado o teste de t cuja fórmula é:

$$tr = \frac{r \sqrt{n-2}}{\sqrt{(1-r^2)}}$$

onde: r = coeficiente de correlação linear

n = número de observações da porcentagem de umidade

3.2.2.5. Velocidade de absorção de água pelo embrião

As velocidades de absorção de água pelo embrião nos diferentes tratamentos foram comparadas entre si através dos valores do coeficiente de regressão b . O teste de significância utilizado foi o de t pareado, sendo t calculado pela fórmula:

$$t = \frac{b_i - b_j}{s(b_i - b_j)}$$

onde: b_i e b_j = valores dos coeficientes de regressão para dois tratamentos diferentes (i e j)

$s(b_i - b_j)$ = erro padrão da diferença entre 2 coeficientes de regressão

3.2.3. Tratamentos para quebra de dormência

Dos frutos procedentes de Padre Bernardo - GO, foram retiradas ao acaso 2 amostras de 200 putâmens. De uma delas foram retirados a polpa e os espinhos, enquanto que na outra os putâmens foram mantidos intactos. Cada amostra foi dividida em 8 lotes e estes submetidos a diferentes tratamentos para quebra de dormência, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Tratamentos para quebra de dormência de putâmens de pequi, (*Caryocar brasiliense* Camb.) intactos (PI) e sem polpa e sem espinhos (SE).

Tratamentos	Descrição
G 1	Geladeira por 1 dia
G 8	Geladeira por 8 dias
A 1	Embebição em água por 1 dia
A 8	Embebição em água por 8 dias
AG 1	Embebição em água em geladeira por 1 dia
AG 8	Embebição em água em geladeira por 8 dias
Q	Endocarpo rompido longitudinalmente
NQ	Endocarpo sem rompimento
EMB	Embrião sem envoltório

O experimento foi instalado em casa de vegetação cuja temperatura variava de 15 a 40°C. Como recipiente foram usadas caixas plásticas de 42 x 28 x 10 cm tendo areia como substrato. A semeadura foi feita em 12/03/1987

e a profundidade usada foi de 5 cm. A umidade do substrato foi mantida próxima da capacidade de campo através de irrigações diárias.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com 17 tratamentos, 5 repetições e parcelas lieares de 5 putâmens.

A germinação foi avaliada semanalmente durante seis meses considerando o número de plantas que emergiram como sendo o número de embriões germinados.

Decorrido esse período foram determinados o índice de velocidade de germinação (IVG) e o número de embriões com consistência firme e sem danos visíveis, considerando-os como viáveis.

Devido à baixa porcentagem de germinação apresentada por todos os tratamentos, ao elevado coeficiente de variação (87%) e considerando que a natureza dos dados obtidos se enquadra na tabela do teste qui-quadrado (FREESE, 1970) optou-se pela análise estatística não-paramétrica através do teste qui-quadrado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DETERMINAÇÃO DA PRESENÇA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO

4.1.1. Extração em solução de metanol 80% volume/volume

A porcentagem (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a diferentes frações de extratos obtidos das partes que compõem o putâmen de pequi (método de extração¹) são apresentados na Tabela 3 e ilustradas na Figura 4.

A porcentagem de germinação variou de 92,5% na fração butanólica da polpa a 99% na fração de acetato de etila do embrião.

Verificou-se, através do teste de F, que não houve diferenças significativas na porcentagem de germinação entre os tratamentos. A alta porcentagem e as diferenças não significantes na germinação mostraram que as frações testadas não continham inibidores de germinação ou se continham foram anulados por outros fitohormônios como auxinas ou giberelinas.

A velocidade de germinação, medida pelo IVG, variou de 45,8 para a fração butanólica a 49,4 para a fração de acetato de etila, ambas obtidas do embrião. Esta foi a única diferença significativa (nível de 5% pelo teste de F), observada (Tabela 3). Entretanto, há de se ressaltar que esta diferença está muito próxima do limite de significância e que, conforme mostra o apêndice 1, a repetição 1 do tratamento com a fração butanólica apresentou o menor valor de IVG.

Os resultados de porcentagem e velocidade de germinação anteriormente discutidos mostram que o método 1 de extração não foi eficiente. Isto, talvez se deva à temperatura ambiente aproximadamente 25°C. Este mesmo método, à temperatura de 5°C, foi usado por INENAMI et alii (1984) com resultados positivos.

Com relação ao comprimento da parte aérea observou-se uma variação de 1,00 cm no tratamento com a fração butanólica da polpa (POBU) a 1,96 cm para a mesma fração obtida do endocarpo (Tabela 3 e Figura 5). Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, exceto a fração butanólica da polpa que apresentou crescimento inferior aos demais.

No crescimento da raiz, destacaram-se dois grupos de tratamentos comparados com a testemunha: um que inibiu e outro que não afetou o crescimento (Tabela 3 e Figu

ra 5). O primeiro grupo é formado pelas frações butanólicas da polpa embrião e espinhos cujas médias foram 0,87; 0,90 e 1,28 cm, respectivamente. A inibição do crescimento radicular talvez se deva à presença de citocininas (Figura 1), uma vez que, segundo METIVIER (1979), estas substâncias parecem ser inibidoras da iniciação e alongamento do eixo principal das raízes.

Tabela 3. Efeito de diferentes frações da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação de sementes e no desenvolvimento da parte aérea e da raiz de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L. cv. grand rapid).

Tratamentos	Germ. ¹ (%)	IVG ²	Comprimento (cm) ³	
			Parte aérea	Raiz
EM - AE	99,0 a	49,4 a	1,82 a	2,12 a
EN - FO II	97,5 a	48,5 ab	1,76 a	2,10 a
EN - BU	97,0 a	47,6 ab	1,96 a	1,96 a
EM - FO II	96,5 a	47,6 ab	1,83 a	2,02 a
ES - AE	96,5 a	47,8 ab	1,73 a	1,80 a
PO - AE	96,0 a	47,3 ab	1,73 a	2,00 a
ES - FO II	95,5 a	47,3 ab	1,69 a	1,92 a
EN - AE	95,0 a	46,9 ab	1,85 a	2,10 a
ES - BU	95,0 a	46,5 ab	1,65 a	1,28 b
EM - BU	95,0 a	45,8 b	1,79 a	0,90 b
Test.	94,5 a	46,6 ab	1,86 a	2,06 a
PO - FO II	94,5 a	47,1 ab	1,62 a	2,00 a
PO - BU	92,5 a	46,6 ab	1,00 b	0,81 b
Valor de F	1,53ns	2,49*	13,63**	31,31**
CV (%)	1,43	2,73	7,43	9,08
Média	95,7	47,2	1,71	1,78

1 = 48 horas após a semeadura. Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{\%}$;

2 = Índice de velocidade de germinação;

3 = 72 horas após a semeadura;

FO II, BU e AE = frações orgânica II, butanólica e de acetato de etila, respectivamente;

ns = diferenças não significativas

* = diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de F;

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Figura 4. Efeito das frações orgânicas II (FO II), butanólica (BU) e de acetato de etila (AE) obtidas da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocarpus brasiliense* Camb.) sobre a porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv. grand rapid).

Figura 5. Efeito das frações orgânicas II (FO II), butanólica (BU) e de acetato de etila (AE) obtidas da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putamens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sobre o crescimento aéreo e radicular de plântulas de alfaca (*Lactuca sativa* L. cv grande rapid).

4.1.2. Extração em água à temperatura ambiente por 24 horas em agitação constante

A porcentagem (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid), assim como o crescimento das partes aérea e radicular das plântulas submetidas ao extrato aquoso das diferentes partes do putâmen de pequi (método de extração 2), encontram-se na Tabela 4 e estão ilustrados nas Figuras 6 e 7.

A porcentagem de germinação variou de 88,5 para o extrato dos espinhos (ES) a 97% para a testemunha. A única diferença significativa observada (nível de 5% pelo teste de F) foi entre a testemunha e o extrato aquoso dos espinhos. Contudo, há de se ressaltar que a evaporação dos extratos da polpa (POEV) e dos espinhos (ESEV) provocou um ligeiro aumento, embora não significativo, na germinação. Não se pode afirmar com segurança que os espinhos apresentam inibidores de germinação, uma vez que, pela teoria de Khan & Waters¹, citados por KHAN (1971), a germinação pode ocorrer na presença de inibidores desde que os níveis de giberelinas e citocininas sejam suficientes para anular o efeito inibitôrio. Por outro lado, a germinação pode não ocorrer mesmo na ausência de inibidores se a semente não apresentar citocinina e giberelina ou apresentar citocinina mas não apresentar giberelina (Figura 8).

1 KHAN, A.A. & WATERS, E.S. Life Sci., 8:729, 1969

Com relação à velocidade de germinação (IVG), as diferenças foram mais significativas que na germinação. Verificou-se que o extrato da polpa sem evaporação (PO) e dos espinhos com e sem evaporação (ESEV e ES) diminuíram significativamente o IVG em relação à testemunha e aos extratos do endocarpo e do embrião evaporados.

A evaporação dos extratos da polpa e dos espinhos aumentou significativamente o IVG em relação aos mesmos extratos sem evaporação, mas não mostrou qualquer efeito para os extratos do embrião e do endocarpo. Isto pode sugerir a presença de inibidores voláteis cujas existências foram mencionadas por KETRING (1973) e CARVALHO & NAKAGAWA (1980).

Na literatura não se encontrou registro sobre a presença ou ausência de inibidores de germinação em pequi, entretanto a presença dessas substâncias foi observada em plantas de cerrado como por exemplo, em *Andira humilis* Benth (RIZZINI, 1970) e em *Dipterix alata* Vog. (MELHEM, 1974).

Com relação à parte aérea e à raiz, observou-se que os extratos da polpa, embrião e espinhos diminuíram significativamente o crescimento de ambas as partes (Tabela 4 e Figura 7). Em relação à testemunha, para a parte aérea, a diminuição variou de 30,17% no tratamento com extrato da polpa evaporado (PO EV) a 53,07% no mesmo extrato sem evaporação (PO). Para a raiz, a redução no crescimento variou de 33,74% no extrato da polpa evaporado (POEV) e 86,59% para o

extrato de embrião evaporado (EMEV). Estes resultados podem sugerir que a polpa e o embrião contêm substâncias que, embora não inibam a germinação, são capazes de afetar o crescimento, principalmente do sistema radicular. Este resultado é semelhante aos registrados por RIZZINI (1970). Este autor verificou que o extrato de embrião de *Andira humilis* afetou sensivelmente o crescimento do sistema radicular de plântulas de feijão e linho e que, dependendo da concentração de inibidores, pode nem haver formação de raiz.

Quanto ao extrato do endocarpo, verificou-se um estímulo, embora não significativo, no crescimento, principalmente da parte aérea.

A evaporação dos extratos da polpa e dos espinhos, quando comparados com os mesmos tratamentos sem evaporação, mostrou um efeito positivo no desenvolvimento das plântulas.

Tabela 4. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação e no desenvolvimento da parte aérea e da raiz de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid).

Tratamento	Germ. ¹ (%)	IVG ²	Comprimento (cm) ³	
			Parte aérea	Raiz
Test.	97,0 a	47,8 a	1,79 ab	2,46 ab
EN-EV	96,5 ab	47,8 a	2,29 a	2,84 a
EN	95,0 ab	45,9 ab	2,13 a	2,59 a
PO-EV	95,0 ab	46,0 ab	1,25 cd	1,63 c
EM	94,5 ab	40,9 ab	0,87 e	0,25 d
EM-EV	94,5 ab	47,1 a	1,00 de	0,33 d
PO	93,0 ab	32,9 cd	0,84 e	0,38 d
ES-EV	91,0 ab	39,3 bc	1,53 bc	2,44 ab
ES	88,5 b	27,8 d	0,92 de	2,08 b
Valor de F	2,67*	29,01**	85,30**	217,70**
CV (%)	1,79	6,44	8,63	8,69
Média	93,9	41,7	1,40	1,67

1 = 48 horas após a semeadura. Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{\%}$;

2 = Índice de velocidade de germinação;

3 = 72 horas após a semeadura;

EV = substrato umedecido seguido de evaporação em condições ambientais por 72 horas;

* = diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de F;

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Figura 6. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid).

Figura 7. Efeito dos extratos aquosos da polpa (PO), espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) sobre o crescimento aéreo e radicular de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid).

Figura 8. Modelo de mecanismos hormonais de dormência e germinação de se mentes usando giberelina, citocinina e inibidores. Khan & Waters, citados por KHAN (1971) + e -, respectivamente presença e ausência do hormônio em concentrações fisiologicamente ativas.

4.1.3. Extração em água e em solução de metanol 80% volume/volume sem fracionamento

A porcentagem (%) e o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv repolhuda) submetida ao extrato aquoso e metanólico obtidos da polpa, espinhos, endocarpo e embrião de pequi pelo método 3 de extração, são apresentados na Tabela 5 e ilustrados na Figura 9.

As sementes submetidas aos extratos aquoso e metanólico do embrião e ao extrato aquoso da polpa apresentaram germinação de 65,0%; 83,5 e 91,0%. Estes valores não diferem ao nível de 1% em relação à testemunha cuja germinação foi de 88,5%.

Os extratos aquoso e metanólico obtidos do endocarpo e dos espinhos e o extrato metanólico da polpa diminuíram a porcentagem de germinação para valores entre 40,5% e 50,0%, os quais diferem estatisticamente ao nível de 1% em relação à testemunha.

Comparando os resultados de germinação apresentados na Tabela 4 com os da Tabela 5, verifica-se que o efeito inibidor foi mais intenso no segundo caso. Vários fatores podem ter contribuído para essas diferenças. No primeiro caso (Tabela 4) os extratos foram preparados à temperatura ambiente em torno de 25°C, mantendo agitação constante. No segundo caso (Tabela 5), a extração foi feita a 5°C sem agita-

ção. Provavelmente a extração em temperatura ambiente pode ter afetado a estabilidade dos compostos inibidores contidos nos extratos. Outros fatores que podem ter contribuído para as diferenças nos resultados são a origem dos frutos que foram coletados em locais e anos diferentes e a cultivar da semente de alface utilizada no bio-ensaio que não foi a mesma para os dois casos. Vários autores usaram temperatura de 5°C para extração de inibidores, todos com resultados positivos, entre eles podemos citar RIZZINI (1970), trabalhando com *Andira humilis*, RANDI (1982) com *Miconia cinammomifolia* e *Ocotea puberula* e INANAMI et alii (1984) com *Myroxylon peruvianum*.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG) os valores variaram de 12,18 para o extrato aquoso dos espinhos a 35,01 para a testemunha. Os tratamentos com extratos aquoso e metanólico obtidos dos embriões de pequi não apresentaram efeito sobre a velocidade de germinação não diferindo estatisticamente da testemunha ao nível de 1%. Os extratos, tanto aquoso como metanólico, obtidos da polpa, espinho e endocarpo diminuíram a velocidade de germinação a valores de até 2,87 vezes menor em relação à testemunha.

Tabela 5. Efeito dos extratos aquoso e metanólico da polpa (PO), espinhos (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem e velocidade de germinação de alface (*Lactuca sativa* L. cv repolhuda). Extração a 5°C por 24 h.

Tratamento	Germinação ¹ (%)	IVG ²
AG-EM	91,0 a	32,59 a
Test.	88,5 a	35,01 a
ME-EM	83,5 a	33,43 a
AG-PO	65,0 ab	19,61 b
AG-EN	50,0 bc	16,14 b
ME-EN	49,5 bc	15,69 b
ME-PO	47,0 bc	15,88 b
ME-ES	45,5 bc	14,26 b
AG-ES	40,5 c	12,18 b
Valor de F	27,78**	40,86**
CV (%)	6,83	13,38
Média	62,3	21,64

1 = 96 horas após a semeadura. Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{\%}$;

2 = Índice de velocidade de germinação;

AG e ME = Extratos aquosos e metanólico, respectivamente;

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Figura 9. Efeitos dos extratos aquoso (AG) e metanólico (ME) da polpa (PO) espinho (ES), endocarpo (EN) e embrião (EM) de putâmens de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) na porcentagem (%) e velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv repolhuda).

4.2. ABSORÇÃO DE ÁGUA

4.2.1. Absorção de água pelo embrião

A absorção de água por embriões de pequi, originários de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, em função do período de embebição encontra-se na Tabela 6 e ilustrada na Figura 10.

Para todos os tratamentos a absorção de água decresceu em função do tempo de embebição. A partir do décimo dia ela se tornou insignificante uma vez que, pelo teste de F, não foram observadas diferenças significativas na porcentagem de umidade.

A absorção de água foi muito intensa nos três primeiros dias de embebição variando de 14,70% para os embriões contidos em putâmens inteiros (INT), 18,70% em putâmens sem polpa (SPO), 28,31% em putâmens sem polpa e sem espinho (SES) e 33,05% nos embriões sem envoltórios. Estes resultados mostraram, conforme era esperado, que à medida que se eliminam as partes que envolvem o embrião a absorção de água tende a ser mais rápida. Não se encontrou registro na literatura consultada sobre a absorção de água por embriões de pequi, entretanto esta rápida absorção inicial está de acordo com RIZZINI (1970). Este autor, trabalhou com *Andina humilis*, também uma espécie do cerrado, e mostrou que a absorção de água é muito intensa nos três primeiros dias.

Tabela 6. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de frutos coletados em Padre Bernardo-GO em função do tempo de embebição em água destilada a 30°C.

Embebição (dias)	T R A T A M E N T O S			
	INT	SPO	SES	EMB
0	7,56 a	7,62 a	6,97 a	7,02 a
3	22,18 b	26,32 b	35,28 b	40,07 b
6	31,14 c	34,11 c	39,69 b	41,34 b
10	39,69 d	40,45 c	48,02 c	54,02 c
15	39,82 d	41,09 c	48,02 c	54,46 c
18	39,94 d	39,82 c	46,92 c	52,71 c
Valor de F	135,91**	107,53**	134,58**	364,84**
CV (%)	5,08	5,58	5,40	3,41
Média	30,06	31,57	37,48	41,60

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

INT = Putâmen inteiro;

SPO = Putâmen sem polpa;

SES = Putâmen sem polpa e sem espinhos

EMB = Embrião sem nenhum envoltório;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey;

Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x}$.

Figura 10. Efeito do período de embebição na absorção de água por embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT); sem polpa (SPO); sem polpa e sem espinho (SES) e sem envoltórios (EMB).

A absorção de água por embriões de pequi originários de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, em função do período de embebição encontra-se na Tabela 7 e está ilustrada na Figura 11.

Observou-se que a absorção de água pelo embrião se comportou de maneira muito semelhante à observada para os embriões dos frutos coletados em Padre Bernardo-GO. Ela se mostrou muito rápida nos três primeiros dias e, já a partir do sexto dia se estabilizou.

Comparando as porcentagens de umidade final (décimo quinto dia), apresentadas pelos embriões contidos em endocarpos sem polpa e sem espinhos (SES) com aqueles contidos em endocarpos sem polpa e sem espinhos, mas com o hilo cárpico impermeabilizado (SEI), verificou-se que esta parte do endocarpo é uma importante via de entrada de água para o embrião, sendo responsável por uma diferença de 6,5% na porcentagem de umidade.

Tabela 7. Variação na porcentagem de unidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, em função do tempo de embebição em água destilada a 30°C.

Embebição (dias)	T R A T A M E N T O S				
	INT	SPO	SES	SEI	EMB
0	7,78 a	7,34 a	6,92 a	6,55 a	7,13 a
3	26,01 b	27,46 b	30,69 b	26,63 b	45,43 b
6	38,56 c	36,12 c	38,94 c	33,87 c	48,72 b
9	37,82 c	39,06 c	44,22 c	34,22 c	50,84 b
12	40,32 c	42,38 c	46,38 c	37,45 c	51,70 b
15	40,32 c	42,38 c	45,83 c	39,31 c	52,27 b
Valor de F	124,60**	127,84**	186,88**	169,88**	130,76**
CV (%)	5,12	5,14	4,57	4,52	5,57
Média	31,80	39,46	35,50	29,67	42,68

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

INT = Putâmen inteiro;

SPO = Putâmen sem polpa;

SES = Putâmen sem polpa e sem espinhos;

SEI = Putâmen sem polpa e sem espinho, mas com o hilo cárpico impermeabilizado com cêra de abelha;

EMB = Embrião sem nenhum envoltório;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey;

Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x}$.

Figura 11. Efeito do período de embebição na absorção de água por embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT); sem polpa (SPO); sem polpa e sem espinhos (SES); sem polpa e sem espinhos com o hilo cárpico impermeabilizado (SEI) e embriões sem envoltórios.

A absorção de água, por embriões de pequi originários de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, em função da eliminação das partes que os envolvem encontra-se na Tabela 8.

Verificou-se que, já no terceiro dia de embebição, a porcentagem de umidade dos embriões livres de qualquer envoltório (EMB) chegou a 40,07%. Pelo teste de F, observou-se que este valor é estatisticamente superior àqueles apresentados pelos embriões contidos nos putâmens inteiros (INT) e nos putâmens sem polpa (SPO) que foram de 22,18% e 26,32%, respectivamente. Este comportamento se repetiu em todas as avaliações feitas. Isto nos mostra que a polpa e os espinhos, embora não sejam totalmente impermeáveis, são capazes de afetar significativamente a absorção de água pelo embrião. A relativa impermeabilidade mostrada pelos espinhos pode ser devida à presença de polpa entre eles, uma vez que não foi possível eliminá-la totalmente.

No décimo oitavo dia de embebição, época da avaliação final, a presença da polpa e/ou dos espinhos reduziu a porcentagem de umidade do embrião para cerca de 40%. Isto pode afetar a germinação que, segundo POPINIGIS (1977) ocorre quando a semente apresenta umidade de 45 - 60%. Todavia, em condições naturais, a polpa não teria efeito significativo sobre a absorção de água, pois, segundo observações realizadas durante a coleta de frutos, ela é prontamente eliminada, ao que tudo indica, por formigas e roedores.

Com relação à presença do endocarpo, verificou-se uma queda não significativa de 5,79% no décimo oitavo dia de embebição em comparação aos embriões sem envoltórios. Ecologicamente este resultado está coerente, pois, em condições naturais, o endocarpo permanece protegendo o embrião sem entretanto lhe vedar a entrada de água.

Tabela 8. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, em função da eliminação das partes que os envolvem. Embebição em água destilada a 30°C.

Trat.	E M B E B I Ç Ã O (dias)				
	3	6	10	15	18
INT	22,18 a	31,14 a	39,69 a	39,82 a	39,94 a
SPO	26,32 ab	34,11 ab	40,45 a	41,09 a	39,82 a
SES	35,28 bc	39,69 b	48,02 ab	48,02 ab	46,92 b
EMB	40,07 c	41,34 b	54,02 b	54,46 b	52,71 b
Valor de F	21,59**	9,85**	14,34**	12,94**	26,45**
CV (%)	2,86	4,68	4,37	4,58	3,00
Média	31,01	36,57	45,55	45,85	44,85

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

INT = Putâmen inteiro;

SPO = Putâmen sem polpa;

SES = Putâmen sem polpa e sem espinho;

EMB = Embrião sem envoltório;

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x}$.

A absorção de água por embriões de pequi originários de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, em função da eliminação das partes que os envolvem, encontra-se na Tabela 9.

Após três dias de embebição os embriões livres de envoltórios (EMB) apresentaram porcentagem de umidade de 45,43%. Pelo teste de F, verificou-se que este valor foi significativamente maior (nível de 1%) que os valores apresentados pelos embriões em todos os outros tratamentos. Este resultado mostrou que, pelo menos na fase inicial da embebição os envoltórios afetaram a entrada de água no embrião.

A partir do sexto dia, o endocarpo sozinho (SES) não afetou significativamente a entrada de água no embrião, uma vez que, pelo teste de F, não se detectou diferença significativa na porcentagem de umidade dos embriões no tratamento SES em relação aos embriões sem envoltórios (EMB).

Após 15 dias de embebição a porcentagem de umidade apresentada pelos embriões contidos em endocarpos sem polpa e sem espinhos, porém com o hilo cárpico impermeabilizado (SEI), foi de 39,31%. Este valor é significativamente menor em relação aos valores apresentados pelos embriões sem envoltórios (EMB) e mostra, conforme discutido anteriormente, a importância do hilo cárpico como via de entrada de água para o embrião.

Tabela 9. Variação na porcentagem de umidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, em função da eliminação das partes que os envolvem. Embebição em água destilada a 30° C.

Trat.	E M B E B I Ç Ã O (dias)				
	3	6	9	12	15
INT	26,01 a	38,56 ab	37,82 ab	40,32 ab	40,32 ab
SPO	27,46 a	36,12 a	39,06 ab	42,38 ab	42,38 a
SES	30,69 a	38,94 ab	44,22 bc	46,38 bc	45,83 ab
SEI	26,63 a	33,87 a	34,22 a	37,45 a	39,31 a
EMB	45,43 b	48,72 b	50,84 c	51,70 c	52,27 b
Valor de F	22,39**	9,12**	18,58**	13,44**	10,72**
CV (%)	5,81	5,25	4,01	3,84	4,01
Média	31,24	39,24	41,23	43,65	44,02

** = Diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de F;

INT = Putâmen inteiro;

SPO = Putâmen sem polpa;

SES = Putâmen sem polpa e sem espinho;

SEI = Putâmen sem polpa e sem espinhos com o hilo cárpico impermeabilizado com cêra de abelha;

EMB = Embrião sem nenhum envoltório

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey;

Para análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x}$.

4.2.2. Absorção de água pela polpa, espinhos e endocarpo

As Figuras 10, 11, 12, 13 e 14 e também os valores do coeficiente angular b (Tabela 10) mostram que, das partes que compõem o putâmen, a polpa é a que mais absorve água seguida pelos espinhos, embrião e endocarpo. Conforme discutido anteriormente, a elevada absorção de água pelos espinhos talvez se deva à presença de polpa entre eles uma vez que não foi possível eliminá-la totalmente.

4.2.3. Correlação entre a absorção de água e o período de embebição

As equações que expressam a absorção de água pelas partes que compõem o putâmen (polpa, espinhos, endocarpo e embrião) em função do tempo de embebição a 30°C encontram-se na Tabela 10.

Os valores do coeficiente de correlação " r " foram altamente significativos para todas as partes que compõem o putâmen e variaram de 0,9449 a 0,9974. Estes resultados mostraram que o modelo utilizado $Y = a + b \ln(x)$, onde Y = teor de umidade em porcentagem e x = dias de embebição, expressa muito bem a absorção de água pelas partes que compõem o putâmen.

Através do coeficiente angular " b ", verificou-se que a velocidade de absorção de água pelo embrião aumenta à

medida que se eliminam as partes que o envolvem. Estes resultados confirmam o que foi discutido anteriormente através da análise de variância.

4.2.4. Velocidade de absorção de água pelo embrião

As comparações pelo teste t pareado das velocidades de absorção de água por embriões contidos em putâmens inteiros (INT), sem polpa (SPO), sem polpa e sem espinhos (SES), sem polpa e sem espinhos, mas com o hilo impermeabilizado (SEI) com aquela apresentada por embrião sem envoltórios encontram-se na Tabela 11.

Para os embriões originários de frutos coletados em Sete Lagoas-MG, verificou-se que a velocidade de absorção de água foi significativamente menor nos tratamentos INT, SPO, e SEI. Para embriões originários de frutos coletados em Padre Bernardo-GO, o teste t não detectou diferença entre os tratamentos.

Tabela 10. Valores de a, b e r do modelo de regressão $Y = a + b \ln(x)$ para as diferentes partes do putãmen, sendo Y = teor de umidade e x = dias de embebição a 30°C.

Trat.	Local	EMBRIÃO			ENDOCARPO			ESPINHO			POLPA		
		a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r
INT	Sete Lagoas-MG	27,53	4,48	0,9659**	28,39	2,78	0,9933**	38,85	6,07	0,9449**	44,84	8,16	0,9928**
SPO		28,49	4,78	0,9727**	29,11	2,91	0,9889**	42,05	6,98	0,9973**			
SES		30,85	5,37	0,9802**	29,78	3,32	0,9908**						
SEI		25,67	4,30	0,9884**	28,52	2,48	0,9787**						
EMB		36,80	6,31	0,9974**									
INT	Pde. Bernardino	25,67	4,33	0,9407**									
SPO		27,04	4,47	0,9718**									
SES		31,87	5,52	0,9899**									
EMB		35,20	6,28	0,9829**									

** = significativo a 1% pelo teste de t;

INT, SPO, SES, SEI e EMB = Putãmens inteiros; sem polpa, sem polpa e sem espinhos; sem polpa e sem espinhos, mas com o hilo cárpico impermeabilizado; embrião sem envoltórios, respectivamente.

a, b, r = coeficientes de interceptação, angular e de correlação, respectivamente.

Tabela 11. Velocidade de absorção de água por embriões sem envoltórios (EMB) x embrião em frutos inteiros (INT), sem polpa (SPO), espinhos (SES), espinhos com o hilo cárpico impermeabilizado (SEI). As comparações foram feitas através dos coeficientes angulares b .

Tratamento comparado	Frutos de Sete Lagoas-MG		Frutos de P. Bernardo (GO)	
	b	t	b	t
EMB	6,31	-	6,28	-
INT	4,48	2,850*	4,33	1,997
SPO	4,78	2,497*	4,47	2,269
SES	5,37	1,590	5,52	1,070
SEI	4,30	4,984**	-	-

t = teste de t pareado

b = coeficiente angular

** = diferenças significativas ao nível de 1% pelo teste de t pareado

* = diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de t pareado

Figura 12. Efeito do período de embebição na absorção de água pela polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

Figura 13. Efeito do período de embebição na absorção de água pelos espinhos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT) e sem polpa (SPO).

Figura 14. Efeito do período de embebição na absorção de água por endocarpos de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em putâmens inteiros (INT); sem polpa (SPO), sem polpa e sem espinhos (SES); sem polpa e sem espinhos com o hilo cárpico impermeabilizado (SEI).

4.3. TRATAMENTOS PARA QUEBRA DE DORMÊNCIA

A porcentagem (%) e a velocidade de germinação (IVG) de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetidos a diversos tratamentos para quebra de dormência encontram-se na Tabela 12.

Observou-se que a porcentagem de germinação foi baixa em todos os tratamentos e variou de 0 a 36%.

Os putâmens sem polpa e sem espinhos que permaneceram em geladeira por 1 dia (SEG 1) foram os que apresentaram melhor germinação (36%). Esse valor não difere pelo teste de qui-quadrado, nível de 5%, daqueles apresentados pelos embriões sem envoltórios (EMB) e pelos embriões contidos nos putâmens sem polpa e sem espinhos (SENQ) que foram de 20 e 16%, respectivamente. A melhor germinação apresentada pelo tratamento SEG 1 talvez se deva à eliminação da polpa e dos espinhos que, além de facilitar a entrada de água, conforme discutido no item 4.2, ainda elimina os inibidores neles contidos (Tabela 5); também a permanência em geladeira pode ter funcionado como uma estratificação. Estes resultados são semelhantes aos de CONCEIÇÃO (s.d.) que mostram o efeito positivo do despulpamento sobre a germinação de *Caryocar coriacea* Wittm, espécie de pequi que também ocorre nos cerrados.

Quando se retirou todos os envoltórios do embrião (EMB) a germinação foi de 20%, ou seja, 16% menos que

no tratamento SEG 1. Isto pode ser devido a danos imperceptíveis no embrião durante o processo de extração e à variação do acaso.

Nos tratamentos em que os putâmens permaneceram em água e/ou em geladeira por 8 dias (PIG 8, PIA 8, PIAG 8, SEA 8, SEAG 8 e SEG 8) a germinação foi extremamente baixa, variando de 0 a 8%. Estes resultados podem sugerir que a imersão total e/ou a longa permanência do embrião a baixas temperaturas (5°C) provocam danos que refletem em uma queda de germinação. Por outro lado, eles mostram que a espécie, sendo de clima relativamente quente não apresenta sementes adaptadas a longos períodos frios. Reforçando esta idéia HERINGER (1962) mostrou que sementes que não germinaram nos primeiros meses por falta de água, permaneceram no solo, germinando durante os meses chuvosos e quentes da estação seguinte.

Com relação à velocidade de germinação, verificou-se que ela foi muito baixa em todos os tratamentos com o IVG variando de 0,029 a 0,308.

A germinação iniciou-se 4 semanas (28 dias) após a semeadura, apresentou um pico na oitava e se prolongou até a vigésima segunda semana (154 dias). Trabalhos como os de HERINGER (1962); CONCEIÇÃO (s.d.) e PEREIRA & PEDROSO (1982), mostraram que a germinação de pequi inicia 1 mês após a semeadura e se prolonga por até 11 meses.

Com relação à viabilidade dos embriões, 6 meses após a semeadura, os únicos tratamentos que apresentaram

embriões viáveis foram: SEG 8, SENQ, PIAG 8, PIA 1, PINQ, todos com 1 embrião viável e o tratamento PIG 1 com 2. Embora não se possa afirmar com segurança, é possível que as grandes variações de temperatura observadas na casa de vegetação, tenham afetado a germinação e a longevidade das sementes.

Tabela 12. Efeito dos tratamentos para quebra de dormência sobre a porcentagem e velocidade de germinação de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em casa de vegetação, 6 meses após a semeadura.

Tratamentos	Germinação (%)	Dif. signif. a		IVG
		5%	1%	
SEG 1	36	a	a	0,308
EMB	20	ab	ab	0,206
SENQ	16	ab	ab	0,168
SEA 1	12	bc	ab	0,076
SEQ	12	bc	ab	0,077
PIQ	12	bc	ab	0,108
SEAG 1	8	bc	ab	0,071
PIG 1	8	bc	ab	0,071
PIG 8	8	bc	ab	0,071
PIAG 1	8	bc	ab	0,042
PINQ	8	bc	ab	0,035
PIA 1	4	bc	b	0,032
PIA 8	4	bc	b	0,029
PIAG 8	4	bc	b	0,048
SEA 8	0	c	b	0,0
SEAG 8	0	c	b	0,0
SEG 8	0	c	b	0,0

Valor do teste χ^2 para comparação de todos os tratamentos 36,58**.

Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de qui-quadrado ao nível indicado.

PI e SE = Putâmen inteiro e sem espinhos, respectivamente;

A e G = Permanência em água e geladeira, respectivamente;

1 e 8 = dias de permanência em água ou geladeira;

EMB = embrião sem envoltório;

Q e NQ = Putâmens rompido e não rompidos longitudinalmente.

4.4. POSSÍVEIS MECANISMOS DE DORMÊNCIA DE PUTÂMENS DO PEQUI

Segundo a literatura, os mecanismos de dormência da semente são: impermeabilidade a água e gases, presença de inibidores da germinação, resistência mecânica dos envoltórios da semente, imaturidade e dormência do embrião e combinação de mecanismos.

4.4.1. Impermeabilidade a água e a gases

A impermeabilidade à água é um dos mecanismos de dormência mais conhecido entre as espécies e se deve à presença de substâncias impermeabilizantes. Estas substâncias podem ser suberina, lignina, cutina, tanino, pectina e quino-na (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

No caso do pequi, os resultados das Tabelas 8 e 9 mostraram que a presença de todos os envoltórios, ou mesmo quando se retira a polpa, a absorção de água cai de 52 para 42%. Considerando, que a maioria das sementes exigem umidade acima de 45% para germinarem (POPINIGIS, 1977), a presença de todos os envoltórios poderia inibir a germinação pelo menor suprimento de água para o embrião. Ainda, pela análise dos resultados, nas Tabelas 8 e 9, verifica-se que o endocarpo reduziu a umidade do embrião de 52% para 46% em relação aos embriões sem envoltórios. Essa redução da umidade pode ter sido causada pelos altos teores de lipídeos encontrados nos envoltórios.

A presença somente do endocarpo não pode ser considerada como fator limitante ao suprimento de água. O nível de umidade atingido poderia possibilitar a germinação.

Em relação à impermeabilidade a gases esta não parece ser a causa da dormência do pequi pela própria constituição física das partes que envolvem o embrião, principalmente o endocarpo que se apresenta com aspecto poroso e contém o hilo cárpico.

4.4.2. Inibidor de germinação

A germinação constitui-se em uma série de processos metabólicos e qualquer substância que interfira nesses processos poderá inibi-la. A localização dos inibidores varia com a espécie, podendo ocorrer no embrião, endosperma, tegumento, pericarpo, sementes ou mesmo em todas as partes da planta (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980; RICE, 1974 e KETRING, 1973).

No caso do pequi, a polpa, espinhos e endocarpo apresentaram substâncias inibidoras da germinação de sementes de alface. O mesmo não ocorreu com o embrião, Tabela 5 e Figura 9. Por outro lado, verificou-se que a eliminação da polpa e dos espinhos mostrou efeito positivo sobre a germinação do próprio pequi, Tabela 12. Este efeito pode ser devido a melhor absorção de água, conforme discutido no item 4.4.1, ou devido à presença de inibidores nestas partes do putâmen.

4.4.3. Resistência mecânica dos envoltórios

Algumas espécies não germinam devido a resistência mecânica ao crescimento do embrião imposta pelas partes que o envolvem. Em alguns casos a resistência se deve a partes do fruto como por exemplo, em certas rosáceas, cujos endocarpos impedem o crescimento do embrião (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

O pequi apresenta endocarpo lenhoso que poderia oferecer resistência ao crescimento do embrião. Entretanto, conforme mostra a Tabela 12, o rompimento desta parte do fruto, tratamentos SEQ e PIQ, não apresentou efeito positivo na germinação em relação aos mesmos tratamentos, porém, sem rompimento (SENQ e PINQ). Estes resultados mostram que o endocarpo não oferece resistência mecânica capaz de impedir a germinação, não sendo portanto a causa da dormência em pequi.

4.4.4. Imaturidade e dormência do embrião

Em certas espécies o embrião ainda se encontra imaturo quando ocorre a dispersão. Nestes casos não ocorre a germinação, enquanto não houver o desenvolvimento do embrião. Em outros casos, o embrião é morfológicamente completo e não germina devido à imaturidade fisiológica (CARVALHO & NAKAGAWA, 1980).

No caso do pequi, eliminando-se todos os envoltórios, tratamento EMB, Tabela 12, a germinação foi de 20%.

Quando eles foram mantidos, esta variou entre 4% e 12%, mostrando o efeito prejudicial dos envoltórios. A baixa germinação dos embriões sem envoltórios (20%) mostra que a principal causa de dormência do pequi se deve ao próprio embrião.

4.4.5. Combinação de mecanismos de dormência

A presença de uma causa de dormência não elimina a possibilidade de que outras estejam presentes, nestes casos, há necessidade de diferentes tratamentos para superá-la (POPINIGIS, 1977).

Conforme discutido nos itens 4.4.1 a 4.4.4 a principal causa de dormência do pequi está no próprio embrião, entretanto a ela se soma, os efeitos dos envoltórios através de inibidores e também pelo menor suprimento de água.

4.4.6. Modelo proposto para a quebra de dormência dos putâmens de pequi em condições naturais

Conforme discutido nos itens 4.1.3 (Tabela 5 e Figura 9), 4.4.1 e 4.4.2, a polpa e os espinhos apresentam algum tipo de inibidor e são capazes de afetar, pelo menos em parte, a entrada de água para o embrião (Tabela 8). Em condições naturais, observações preliminares evidenciaram que a polpa é prontamente eliminada, ao que tudo indica por formi

gas e roedores, logo após a queda dos frutos que acontece na época chuvosa. Desse modo, a eliminação da polpa permitiria alguma germinação, principalmente dos frutos que dispersaram primeiro, ainda no período chuvoso em que ocorreu a dispersão. Nesse caso, as plântulas ainda jovens teriam que suportar um período seco sujeito a queimadas e por isso teriam menores chances de sobreviver.

Os frutos dispersos no final do período de frutificação teriam a polpa eliminada, mas não germinariam em função da menor disponibilidade de água. Durante o período seco esses embriões estariam protegidos pelo endocarpo e pelos espinhos, a queda de temperatura nesse período eliminaria os inibidores do endocarpo e eles teriam condições de germinar no início do próximo período chuvoso, época em que as chances de sobrevivência são maiores. Trabalhos como o de HERINGER (1962) mostraram que o pequi apresenta um longo período de germinação que pode atingir a 344 dias. Por outro lado, cerca de 50 putâmens totalmente sem polpa coletados em julho de 1985, foram obtidas cinco sementes das quais 3 germinaram prontamente em laboratório. Estes resultados e a considerável quantidade de frutos produzida, em média 2000 por árvore, mostram a possibilidade de que algumas sementes sobrevivam durante o período seco e possam germinar no início da próxima estação chuvosa. Este possível mecanismo seria de grande significado para a sobrevivência da espécie.

5. CONCLUSÕES

A análise e discussão dos resultados obtidos no presente trabalho com pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) possibilitaram as seguintes conclusões:

- A presença de todos os envoltórios afetou significativamente a absorção de água pelo embrião;
- O hilo cárpico mostrou ser uma importante via de entrada de água para o embrião;
- A absorção de água pelo embrião foi muito rápida nos três primeiros dias de embebição e a partir do décimo dia não foi significativa;
- A polpa, os espinhos e o endocarpo reduziram significativamente a germinação;
- O tratamento a baixa temperatura (5°C) por 8 dias reduziu a germinação, entretanto, putâmens sem polpa e sem espinhos submetidos a essa mesma temperatura por um dia apresentaram melhor germinação;

- Extratos aquosos e metanólicos da polpa, endocarpo e espinhos diminuíram a porcentagem e a velocidade de germinação de sementes de alface, pela presença de inibidores;
- Com base nos resultados apresentados foi proposto um possível mecanismo para a germinação em condições naturais, onde a dormência é quebrada pela chuva, remoção dos componentes dos putâmens por agentes naturais e pela variação de temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, J.M.F. Estudos sobre a germinação de sementes de bracatinga e acácia negra em função de tratamentos pré-germinativos. Curitiba, 1981. 79p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).
- BACIUS-MICLAUS, D. Contribution to the study of hard seed and coat structure properties of soybean. Proc. Int. Seed Testing Assoc., Vollebekk, 35:599-617, 1970.
- BARRADAS, M.M. Estrutura do fruto e da semente do pequi, *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). São Paulo, 1971. 30 p. (Mestrado - Universidade de São Paulo).
- BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert). Boletim de Pesquisa Florestal Curitiba, 4:91-9, 1982a.
- BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. Comparação de tratamentos para superar a dormência de sementes de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, 4:101-11, 1982b.
- BORGES, J.D. Produção de mudas de pequizeiro. s.i.

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA: DI
VISÃO DE HIDROLOGIA. Inventário das estações pluviométricas:
atualizado até 31 de dezembro de 1976. Brasília, 1977.
i V.

CARPANEZZI, A.A. & MARQUES, L.C.T. Germinação de sementes de
jutai-açu (*Hymenaea caurboril* L.) e jutai-mirim (*Hymenaea*
paviifolia Hubey) escarificadas com ácido sulfúrico comer -
cial. Circular Técnica EMBRAPA-CPATU, Belém, 19:1-19, 1981

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes - Ciência Tecnologia
e Produção. Campinas, Fundação Cargill, 1980. 326p.

CETEC. Produção de combustíveis líquido a partir de óleos ve
getais: Estudos das oleaginosas nativas de Minas Gerais. Belo
Horizonte, 1983. p.154-246.

COME, D. & TISSAOUI, T. Interrelated effects of inhibition
temperature and oxygen on seed germination. In: HEYDECKER,
W. Seed Ecology, London, Butterworths, 1973. p,157-68.

CONCEIÇÃO, P.N. da Reflorestamento de cerrado com a espécie
Caryocar coriaceum Wittm. Agroeste, 4(17):25-31, s.d.

CORREA, M. Pio. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das
exóticas cultivadas, Rio de Janeiro, IBDF, 1974. v.5,
p.500.

DEXTER, S.T. Alfafa seedling emergence from seed lots varying
in origin and hard seed content. Agron. Journal, Madison,
47:357-61, 1955.

DUCKE, A. Plantes nouvelles on peu connues de la region Amazonienne: 4 - Caryocaraceae. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 5:116-67, 1930.

DUCKE, A. Plantes nouvelles on peu connues de la region Amazonienne: 5 - Caryocaraceae. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 6:68-9, 1933.

FELIPPE, G.M. Desenvolvimento. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979. v.2. p.1-37.

FREESE, F.P. Métodos estadísticos elementales para tecnicos forestales. México, Publicidad Artistica Litográfica, 1970. 102p.

HERINGER, E.P. Três árvores úteis do cerrado mineiro. Bol. Agric. Dep. Prod. Veg., Belo Horizonte, 7(1/2):59-62, 1958.

HERINGER, E.P. Pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL. Belo Horizonte, 1962. Anais. Belo Horizonte, Instituto Agrônômico de Minas Gerais, 1962. v.1, p.113-8.

HOEHNE, F.C. O pequi. Bol. Agric., São Paulo, 31(3/4):278-81, 1930.

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. (Cabriuva). In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 4, Taubaté, 1984. Anais. São Paulo, SBSP, 1984. p.15-20.

- JANERETTE, C.A. An in vitro study of seed dormancy in sugar maple. Forest Science, Washington, 24(1): 43-9, 1978.
- JOLY, C.A. & FELIPPE, G.M. Dormência das sementes de *Rapanea guianensis* Aubl. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, 2: 1-6, 1979.
- KETRING, D.L. Germination inhibitors. Seed Sci. & Technol. Vollebekk, 1(3): 305-24, 1973.
- KHAN, A.A. Cytokinins: Permissive role in seed germination. Science, Washington, 171(3974): 853-9, 1971.
- LABOURIAU, L.G. et alii. Notas sobre a germinação de sementes de plantas de cerrados em condições naturais. Revista Brasileira de Botânica, Rio de Janeiro, 23(3):227-37, 1963.
- LABOURIAU, L.G.; VALLIO, I.F.M.; HERINGER, E.P. Sobre o sistema reprodutivo de plantas do cerrado. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 36(4):449-64, 1964.
- MAGNANINI, A. & MATTOS, A.F. Notas sobre a composição das florestas costeiras do norte do Rio São Mateus (E.S. Brasil), s.l.p., 1956. p.163-97.
- MARTIUS, C.F.P. de & EICHLER, A.G. Flora brasiliensis. Lehre, J. Cramer, 1967. v.12, part 1, p.69.
- MELHEM, T.S. A entrada de água na semente de *Dipterix alata* Vog. (Leguminosae - Lotoideae). Hoehnea, São Paulo, 4:33-48, 1974.
- MELHEM, T.S. Fisiologia da germinação das sementes de *Dipterix alata* Vog. (Leguminosae-Lotoideae). Hoehnea, São Paulo, 5:59-90, 1975.

- METIVIER, J.R. Citocininas. In: FERRI, M.G. Fisiologia Vegetal. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979. v.2, p.93-127.
- MULLER, H. Castanheira anã, um gigante da Amazônia. Revista Globo Rural, Rio de Janeiro, 1(3):36-41, 1985.
- NORD, E.C. & VANATTA, G.R. Saponin: a seed germination inhibitor. Forest Science, Washington, 6(4):350-3, 1960.
- PEREIRA, A.P. & PEDROSO, L.M. Influência da profundidade de semeadura na germinação e vigor das mudas de *Caryocar villosum* (Caryocaraceae). Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 16A(parte 2):1100-4, 1982.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, AGIPLAN, 1977. 289p.
- RANDI, A.M. Estudo preliminar sobre inibidores de germinação em frutos de *Miconia cinammomifolia* e *Ocotea puberula*. Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 16A(parte 1):238-42, 1982.
- REIS, G.G. & FREITAS, S.C. Germinação de sementes de *Ormosia arborea* (Vell.) Arms. Leguminosae-Faboideae). Revista Árvore, Viçosa, 9(2):127-33, 1985.
- RIBEIRO, J.F. A importância econômica do pequi. Cerrado, Brasília, 11(36):24-6, 1980.
- RICE, E. Allelopathy. New York, Academic Press, 1974. 353p.
- RIZZINI, C.T. A flora do cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1, São Paulo, 1963. Anais, São Paulo, EDUSP, 1963. p.82.

- RIZZINI, C.T. Experimental studies on seedlings development of cerrado woody plants. Ann. Missouri Bot. Garden, Saint Louis, 52(3):410-26, 1965.
- RIZZINI, C.T. Inibidores de germinação e crescimento em *Andira humilis* Benth. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 42(supl.):329-66, 1970.
- RIZZINI, C.T. Árvores e arbustos do cerrado. Rodriguêsia, Rio de Janeiro, 26(38):63-77, 1971.
- SOUZA, J.S.I. de. O pequizeiro, árvore maravilhosa. Chácara e Quintais, Rio de Janeiro, 89(6):724-5, 1954.
- STEEL, G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. 2.ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 633p.
- USBERTI, R. & FELIPPE, G.M. Storage conditions and endogenous levels of gibberelins, cytokinins and inhibitors in seeds of *Citrus limonia* Obs. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, (2):107-11, 1979.
- VÁLIO, I.F.M. & MORAES, V. Sobre o sistema reprodutivo de plantas do cerrado: In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 2, Rio de Janeiro, 1966. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 38(supl.):219-24, 1966.
- VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKY, T.T. Seed Biology. New York, 1972. v.2, p.219-81.
- WAREING, P.F. & PHILLIPS, I.D.J. The control of growth and differentiation in plants. Oxford, Pergamon Press, 1971. p.223-54.

APÊNDICE

Apêndice 1. Efeito das diferentes frações da polpa, espinhos, endocarpo e embrião na porcentagem de velocidade de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid).

Rep.	1		2		3		4	
Trat.	%	IVG	%	IVG	%	IVG	%	IVG
PO FO II	90	44,5	94	46,0	96	49,0	98	49,0
ES FO II	94	47,0	94	46,5	96	46,5	98	49,0
EN FO II	98	49,0	98	48,5	94	47,0	100	49,5
EM FO II	92	46,0	100	49,0	96	47,5	98	48,0
POAE	94	45,5	98	49,0	94	46,5	98	48,0
ESAE	92	46,0	98	47,0	100	50,0	96	48,0
ENAE	92	45,0	98	47,0	94	49,0	96	47,5
EMAE	100	50,0	98	49,0	100	50,0	98	48,5
POBU	92	44,5	92	45,0	94	47,0	92	46,0
ESBU	96	47,5	98	47,0	92	45,0	94	46,5
ENBU	96	47,5	100	48,0	98	48,0	94	47,0
EMBU	88	43,5	98	47,5	96	46,5	98	46,5
Test.	96	46,5	94	47,0	96	48,0	92	45,5

Apêndice 2. Efeito das diferentes frações da polpa, espinhos, endocarpo e embrião no desenvolvimento da parte aérea (A) e da raiz (R) de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid) 72 horas após a semeadura.

Rep.	1		2		3		4	
Trat.	A	R	A	R	A	R	A	R
PO FO II	1,73	1,87	1,66	2,56	1,59	1,73	1,48	1,83
ES FO II	1,51	1,89	1,72	1,69	1,75	1,91	1,78	2,17
EN FO II	1,78	1,94	1,58	1,97	1,78	2,18	1,89	2,29
EM FO II	1,63	1,83	1,95	2,19	1,91	1,95	1,83	2,09
POAE	1,62	1,77	1,78	1,98	1,65	2,12	1,85	2,12
ESAE	1,63	1,57	1,68	1,92	1,89	1,89	1,70	1,83
ENAE	1,74	1,90	1,93	2,20	1,82	2,07	1,89	2,23
EMAE	1,61	2,08	1,89	2,16	1,81	2,14	1,95	2,11
POBU	0,89	0,98	1,32	0,91	1,14	0,84	0,63	0,76
ESBU	1,52	1,21	1,73	1,32	1,64	1,41	1,71	1,19
ENBU	1,83	1,95	1,90	1,76	2,11	2,10	2,00	2,02
EMBU	1,79	0,82	1,83	0,80	1,84	0,90	1,71	1,06
Test.	1,76	2,03	1,94	2,02	1,75	2,01	1,99	2,18

Apêndice 3. Efeito dos extratos aquosos da polpa, espinhos, endocarpo e embrião na porcentagem e na velocidade de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid) 48 horas após a semeadura.

Trat.	Rep.	1		2		3		4	
		%	IVG	%	IVG	%	IVG	%	IVG
ENEV		94	46,0	98	48,5	98	49,0	96	47,5
EM		96	39,5	98	45,5	90	40,5	94	38,0
ESEV		90	32,5	94	45,0	88	38,0	92	41,5
EMEV		96	46,5	98	48,0	96	48,0	88	46,0
ES		96	32,0	88	25,5	90	28,5	80	25,0
Test.		96	47,5	98	48,5	96	47,0	98	48,0
EN		94	45,0	96	45,0	94	47,0	96	46,5
PO		98	34,5	92	30,5	96	34,5	86	32,0
POEV		96	45,5	98	48,5	90	43,0	96	47,0

Apêndice 4. Efeito dos extratos aquosos da polpa, espinhos, endocarpo e embrião no desenvolvimento da parte aérea (A) e da raiz (R) de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L. cv grand rapid) 72 horas após a semeadura.

Trat.	Rep.	1		2		3		4	
		A	R	A	R	A	R	A	R
ENEV		1,92	2,50	2,27	3,02	2,33	2,99	2,62	2,84
EMEV		0,91	0,23	1,20	0,55	0,93	0,25	0,96	0,29
ESEV		1,26	2,12	1,72	2,53	1,65	2,59	1,49	2,50
POEV		0,96	1,51	1,23	1,88	1,30	1,45	1,51	1,67
EN		2,02	2,66	2,12	2,44	2,23	2,61	2,14	2,65
EM		0,68	0,23	0,91	0,19	0,92	0,28	0,98	0,31
ES		0,75	2,00	1,05	2,13	0,80	2,14	1,08	2,04
PO		0,65	0,37	0,86	0,43	0,88	0,36	0,96	0,35
Test.		1,69	2,27	1,73	2,49	1,98	2,28	1,75	2,78

Apêndice 5. Efeito dos extratos aquoso e metanólico da polpa, espinho, em docarpo e embrião na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L. cv repolhuda), 96 horas após a sementeira.

Trat.	Rep.	1		2		3		4	
		% Germ	IVG	% Germ	IVG	% Germ	IVG	% Germ	IVG
AG-PO		68	21,93	70	20,24	58	16,93	64	19,32
AG-ES		38	10,05	48	16,29	36	10,10	40	12,27
AG-EN		52	15,68	48	15,29	52	17,68	48	15,91
AG-EM		90	35,05	92	29,30	88	32,83	94	33,19
ME-PO		60	21,08	46	13,64	34	11,88	48	16,91
ME-ES		54	16,17	30	7,96	54	18,70	44	14,21
ME-EN		50	16,66	36	11,12	64	18,92	48	16,04
ME-EM		82	30,15	84	35,23	86	34,85	82	33,49
Test.		98	37,25	84	33,08	82	34,60	90	35,12

Apêndice 6. Teores de umidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetidos a diversos tratamentos em função do tempo de embebição. Frutos coletados em Padre Bernardo-GO.

Trat.	Rep.	E M B E B I Ç Ã O (dias)					
		0	3	6	10	15	18
INT	1	7,76	26,19	35,50	44,89	46,38	40,29
	2	7,55	22,67	25,81	40,45	38,35	40,00
	3	9,07	18,11	29,27	35,71	35,97	37,59
	4	6,28	21,32	35,58	39,44	39,97	42,57
	5	7,22	23,81	32,17	38,14	38,58	39,16
SPO	1	8,35	26,89	35,59	45,22	45,21	40,11
	2	6,60	26,88	29,17	35,77	36,07	37,99
	3	6,83	29,89	34,82	45,03	46,38	43,88
	4	7,90	27,84	33,33	35,90	37,24	35,54
	5	8,40	20,57	38,18	41,01	41,25	41,77
SES	1	7,83	31,92	44,72	49,70	51,15	42,55
	2	8,52	35,27	36,67	46,36	45,21	51,75
	3	7,42	29,30	42,27	53,35	52,59	45,14
	4	6,03	44,51	37,26	42,37	42,14	46,83
	5	5,32	36,29	38,10	48,86	49,18	48,28
EMB	1	5,78	43,19	43,41	56,35	58,01	53,82
	2	6,57	39,20	44,67	53,38	54,85	53,08
	3	8,87	38,22	38,81	48,97	49,04	50,36
	4	7,93	42,95	39,19	57,88	57,73	54,06
	5	6,29	37,19	40,88	53,75	53,27	52,52

Apêndice 7. Teores de umidade de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetidos a diversos tratamentos em função do tempo de embebição. Frutos coletados em Sete Lagoas-MG.

Trat.	Rep.	E M B E B I Ç Ã O (dias)					
		0	3	6	9	12	15
INT	1	8,86	24,10	32,56	37,80	42,84	40,82
	2	7,47	24,54	46,34	37,78	39,41	42,65
	3	9,08	26,76	32,30	35,71	38,66	40,22
	4	6,79	28,43	45,78	40,09	37,61	38,84
	5	6,89	26,36	36,76	37,50	43,46	36,62
SPO	1	8,63	24,49	36,72	40,90	44,50	42,86
	2	6,63	27,74	38,83	42,31	42,35	44,39
	3	6,97	32,63	36,17	41,76	39,76	43,75
	4	7,62	27,10	36,70	38,21	46,15	44,78
	5	8,14	26,73	32,09	43,08	38,86	36,11
SES	1	8,00	30,46	36,53	45,36	43,18	44,30
	2	9,42	30,70	47,63	47,41	42,66	47,12
	3	7,22	30,26	34,58	45,70	54,04	46,28
	4	5,49	31,03	39,32	42,63	49,94	45,77
	5	4,49	30,82	50,22	40,51	42,59	45,66
SEI	1	7,06	25,09	29,96	32,67	38,85	39,10
	2	6,29	26,63	34,81	33,13	36,45	40,55
	3	6,80	25,61	33,49	34,61	38,09	30,88
	4	7,19	25,92	35,10	31,90	36,36	45,58
	5	5,45	29,61	36,00	38,79	37,50	40,43
EMB	1	5,74	37,47	54,01	53,89	51,16	51,27
	2	6,62	42,41	44,14	50,54	53,24	56,61
	3	10,42	49,53	44,50	51,18	54,75	50,27
	4	7,43	46,91	48,64	49,28	45,50	51,54
	5	5,45	40,83	52,33	49,24	53,90	51,55

Apêndice 8. Efeito de diferentes tratamentos na germinação de embriões de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em casa de vegetação.

Semanas após Semeadura	SE								PI								
	G1	G8	A1	A8	AG1	AG8	Q	NQ	G1	G8	A1	A8	AG1	AG8	Q	NQ	EMB
4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	1
7	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	2
8	4	0	1	0	2	0	1	3	2	2	0	0	0	1	2	0	3
9	4	0	1	0	2	0	1	3	2	2	1	0	0	1	2	0	4
10	5	0	1	0	2	0	1	3	2	2	1	1	0	1	2	0	4
11	6	0	1	0	2	0	1	3	2	2	1	1	1	1	2	0	5
12	6	0	2	0	2	0	1	3	2	2	1	1	1	1	2	0	5
13	8	0	2	0	2	0	2	3	2	2	1	1	1	1	2	1	5
15	9	0	2	0	2	0	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	5
17	9	0	3	0	2	0	3	3	2	2	1	1	1	1	2	1	5
18	9	0	3	0	2	0	3	3	2	2	1	1	2	1	2	1	5
22	9	0	3	0	2	0	3	4	2	2	1	1	2	1	3	2	5

Apêndice 9. Corte transversal de um fruto de pequi com 1 putâmen.

Apêndice 10. Putâmen de pequi mostrando: a) embrião; b) endocarpo com espinhos e c) polpa; B) endocarpo dom espinhos; C) Embrião. MARTIUS & EICHLER (1967) (adaptado)