

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES RECÉM-COLHIDAS DE
Moringa oleifera LAM.**

GIOVANI CALDEIRA POLASTRO

Prof^ª. Dr^ª. MARLI A. RANAL
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia, da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Novembro - 2003

GERMINAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE SEMENTES RECÉM-COLHIDAS DE
Moringa oleifera LAM.

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 26/11/2003

Profa. Dra. Marli A. Ranal
(Orientadora)

Profa. Dra. Denise Garcia de Santana
(Membro da Banca)

Prof. Dr. Carlos Machado dos Santos
(Membro da Banca)

Uberlândia – MG
Outubro - 2003

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, Clério e Sonilda, minha avó Maria e minha irmã Taliena, que nunca mediram esforços para minha educação.

Agradeço às professoras Dra. Marli A. Ranal e Dra. Denise Garcia de Santana que muito me ensinaram nestes anos de caminhada, e me concederam a honra da conclusão deste trabalho e ao professor Dr. Carlos Machado pela participação na banca examinadora e pela convivência ao longo do curso.

Agradeço ao PIBIC/CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica, e ao PET Agronomia que muito contribuiu para minha formação.

Agradeço à minha namorada, Aline, apesar de ter a conhecido apenas ao final de meu trabalho me dá muita força e me mostra que apesar de todas as dificuldades da vida é possível ser feliz.

Não poderia esquecer de modo algum de todas as pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram, de modo especial os meus amigos Renato, Tiago, Fernando e Luiz Zanão.

E finalmente agradeço a Deus pela dádiva da vida, porque se não houvesse Ele, não haveria ninguém para eu poder agradecer.

ÍNDICE

RESUMO	4
1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1 Estudo da germinação	14
3.2 Comportamento das sementes durante o armazenamento	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

Moringa oleifera Lam. é uma espécie oriunda do sudeste asiático, que se caracteriza por sua pluralidade de usos e potencial nutritivo. Estimulando-se a germinação das sementes, pode-se produzir plantas em menor intervalo de tempo e com homogeneidade em seu desenvolvimento. O presente trabalho objetivou estudar o processo de germinação de sementes recém-colhidas de *Moringa oleifera* em condições de laboratório e obter a classificação das sementes de acordo com seu potencial de armazenamento. Submeteu-se as sementes de moringa, coletadas em 13 de agosto de 2001, a tratamentos com água (luz e escuro), KNO₃ 0,2% (luz), GA₃ 10µg mL⁻¹ (luz) e estratificação por 24 horas a 4°C no escuro, com posterior transferência para luz. O experimento foi conduzido em câmara de germinação com umidade relativa do ar de 44% a 24°C e sob luz branca fluorescente contínua (12,54 µmol m⁻² s⁻¹ de irradiância fotossinteticamente ativa), em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições de 25 sementes. Além do teste padrão de germinação, sementes coletadas em 27 de setembro de 2002, foram avaliadas quanto à resistência à desidratação. Sementes submetidas ao GA₃ e KNO₃ apresentaram maior germinabilidade, maior velocidade de germinação e maior sincronia no processo germinativo, em relação aos demais tratamentos. No entanto, as sementes submetidas ao GA₃ apresentaram desenvolvimento prematuro de gemas laterais. Quanto ao KNO₃, além do seu efeito na germinação não diferir estatisticamente do efeito do GA₃, pode ser adquirido com menor custo. Quanto ao armazenamento das sementes, os resultados indicam a presença de dormência primária para a safra de 2002. A baixa germinabilidade e

velocidade também podem ter sido decorrentes da presença de fungos saprofíticos nas sementes desta safra. Essas características, associadas à queda significativa no teor de umidade durante o armazenamento, permitem também caracterizar as sementes da espécie como sendo ortodoxas.

1 – INTRODUÇÃO

Quando se pensa em alimentos, tende-se a deslocar o assunto para o âmbito da agricultura extensiva de monocultura e a defender que o aumento da produção de alimento poderá resolver o problema da fome (Silva; Kerr, 1999).

Segundo Silva; Kerr (1999), noventa e cinco por cento da nutrição humana derivam-se, hoje em dia, de não mais do que 30 espécies, sendo que oito delas perfazem três quartas partes da contribuição das plantas para a energia humana. O mesmo autor ainda relata que a combinação arroz+feijão representa a alimentação básica dos brasileiros, exceto na Amazônia, e isto proporciona uma dieta considerada “razoável” em termos de composição de aminoácidos; porém, insuficiente quando se trata de vitaminas e sais minerais, podendo levar a um grande número de desordens orgânicas. Neste caso, as hortaliças, por constituírem um grupo de plantas rico em substâncias nutritivas variadas, podem contribuir decisivamente para amenizar o desequilíbrio nutricional dessas populações (Cardoso, 1997).

Em função disso, a busca de alternativas como hortaliças não convencionais torna-se importante pra suprir as carências alimentícias e nutricionais, sobretudo das populações de baixa renda.

O presente trabalho teve por objetivos estudar o processo de germinação e a resistência ao armazenamento de sementes de *Moringa oleifera* Lam., utilizando-se sementes recém-colhidas e armazenadas por diferentes períodos.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Moringa oleifera Lam. é uma hortaliça arbórea não convencional da família Moringaceae, distribuída na África e Ásia. Sua utilização é muito antiga, mas recentemente a espécie tem sido redescoberta como uma árvore de múltiplas potencialidades, sendo utilizada desde a alimentação até a perfumaria e a farmácia. É originária do norte da Índia, mas seu cultivo se estende pelas regiões tropicais e subtropicais, sendo extremamente importante como suplemento nutricional para populações de baixa renda devido ao alto teor de vitaminas A e C, cálcio, ferro, proteínas e aminoácidos essenciais (Fuglie; Mané, 1999). Segundo os autores, plantas dessa espécie suportam ampla variedade de solos e condições pluviométricas. A temperatura ideal para seu desenvolvimento está entre 25 e 35°C, mas há registros de que podem suportar até 48°C.

Moringa oleifera é muitas vezes reportada na literatura como “árvore multiuso” (Silva, 1996). Suas folhas frescas são mais nutritivas do que a maioria dos vegetais, contendo maior quantidade de vitamina A do que as raízes de cenoura, mais vitamina C do que o tomate, rabanete, cenoura e ervilha, além de ter quantidade de proteína equivalente à

ervilha (6,7g 100g⁻¹ de matéria fresca) (Peter, 1979 apud Silva, 1996). Num programa alimentar sério esta é, sem dúvida, a hortaliça mais barata e mais importante para regiões que têm crianças com avitaminose A (Silva, 1996). O fato de ser perene, não necessitando de plantios periódicos, de ser muito resistente às podas e de produzir folhas novas durante todas as estações do ano, eleva seu potencial de popularização, uma vez que exige pouco trabalho para ser cultivada e sua produção é, quase sempre, boa (Silva, 1996).

A introdução de espécies da família Moringaceae na América aconteceu provavelmente pelo Haiti, ainda no século XIX (Morton, 1991 apud Silva, 1996). No Brasil, a história da introdução do gênero *Moringa* ainda não é de todo conhecida. Sabe-se que a primeira espécie que aqui chegou foi *Moringa oleifera*, importada talvez das Filipinas, pelo Ministério da Agricultura/Secretaria de Agricultura do Estado do Maranhão, ao redor de 1950 (Silva, 1996).

É uma planta perene, resistente à seca, pouco exigente quanto a solos e adubação, resistente a pragas e doenças, o que a torna uma boa alternativa alimentar para a maior parte do território brasileiro (Silva; Kerr, 1999).

Do levantamento apresentado por Silva (1996) e Silva; Kerr (1999), parece que apenas o caule não é consumido, em função de sua dureza. Todas as outras partes da planta são utilizadas como alimento humano e para animais, em várias partes do mundo, além de apresentarem várias propriedades medicinais e, neste caso, a casca dos troncos também se inclui. O uso de sementes como agente de coagulação-floculação no tratamento de águas para consumo é discutido por Ndabigengesere; Narasiah (1998).

A propagação da moringa é feita principalmente por sementes, sendo que a germinação destas sem qualquer pré-tratamento ocorre 12 dias após a sementeira, prosseguindo por cerca de 30 dias (Silva; Kerr, 1999).

No Sudão, o cultivo tradicional de *Moringa oleifera* é feito exclusivamente por sementes (Jahn; Musnad, 1986 apud Silva, 1996). Dados analisados por diferentes autores são variáveis quanto ao tempo médio de germinação, germinabilidade, longevidade e desenvolvimento de plantas (Silva, 1996).

Das informações existentes para a espécie, as mais contraditórias se referem ao desempenho das sementes em laboratório e à sua longevidade, o que torna necessário desenvolver estudos que permitam verificar se as sementes dessa espécie apresentam algum tipo de dormência e ainda, se resistem ou não à desidratação durante o período de pós-maturação. Na Índia, a porcentagem de germinação é reduzida a 7,5% para sementes com três meses de estocagem (Sharma; Raina, 1982), enquanto na Guatemala foi registrada alta porcentagem de germinação (94%) após sete meses de estocagem. Para o município de Uberlândia, foram alcançados 30% de germinação, para sementes armazenadas por 11 meses (Silva; Kerr, 1999).

As divergências encontradas estão diretamente relacionadas aos tratamentos dados às sementes e aos métodos de avaliação utilizados pelo pesquisador, além das condições edafoclimáticas a que a planta mãe foi submetida. Segundo Labouriau (1983), as condições ecológicas a que a planta mãe é submetida, especialmente durante o período de formação das sementes, são extremamente importantes, interferindo na qualidade fisiológica da semente e no padrão de germinação.

Em muitas espécies, tratamentos com giberelinas são utilizados para interromper a dormência, promovendo assim o crescimento do embrião e a emergência da plântula (Raven et al., 2001). Esses efeitos têm aplicação prática, uma vez que aceleram a germinação, tornando-a uniforme e sincronizada para a produção de plantas. Os nitritos e nitratos também estimulam a germinação, além de quebrarem a dormência de sementes de muitas espécies (Bewley; Black, 1982). Os nitratos também parecem ser cofatores para a ação do fitocromo, pigmento relacionado com o metabolismo da germinação (Hilhorst et al., 1986 apud Hilhorst, 1990a, b). Segundo esses autores, os nitratos também devem estar relacionados com a produção de maior quantidade de receptores ativos para esse pigmento operar, podendo ainda inibir a inativação desses receptores.

A resistência ou não à desidratação no período de pós-maturação das sementes, ou pós-colheita, determina se as sementes são ortodoxas ou recalcitrantes, respectivamente. É importante que as sementes sejam conhecidas quanto a essa característica, porque essa resistência permite que sejam armazenadas por algum tempo sem perda de sua qualidade fisiológica. Segundo informações apresentadas por Berjak; Pammenter (2000), as sementes recalcitrantes apresentam grande variabilidade no teor de água no momento da dispersão e pós-colheita, mas todas permanecem metabolicamente ativas, mostrando alterações associadas à germinação enquanto armazenadas. Sementes recalcitrantes apresentam injúrias com a dessecação, dentre elas, injúria mecânica associada à redução do volume celular, principalmente em sementes com células altamente vacuolizadas; degradação oxidativa em solução aquosa, decorrente do metabolismo desregulado que ocorre em conteúdos intermediários de água; dano biofísico a estruturas macromoleculares que ocorre quando os tecidos são dessecados muito rapidamente (Berjak; Pammenter, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram obtidas a partir de um grupo de 10 plantas de *Moringa oleifera*, com oito anos de idade, cultivadas na Fazenda Experimental do Glória, da Universidade Federal de Uberlândia, localizada a 18°55'07" de latitude sul e 48°16'38" de longitude oeste, a 863 metros de altitude. O solo do local onde as plantas se encontravam é do tipo LATOSSOLO VERMELHO, textura argilosa, fase cerrado (Embrapa, 1999). As condições edafoclimáticas do local e os dias de coleta das sementes estão apresentados nas Figuras 1-4 e Tabela 1.

O município de Uberlândia-MG apresenta sazonalidade climática (Figuras 1-4), com verão chuvoso (outubro – março) e inverno seco (abril – setembro), estando o município localizado em uma região com tipo climático Aw, segundo o sistema de classificação de Köppen (1948).

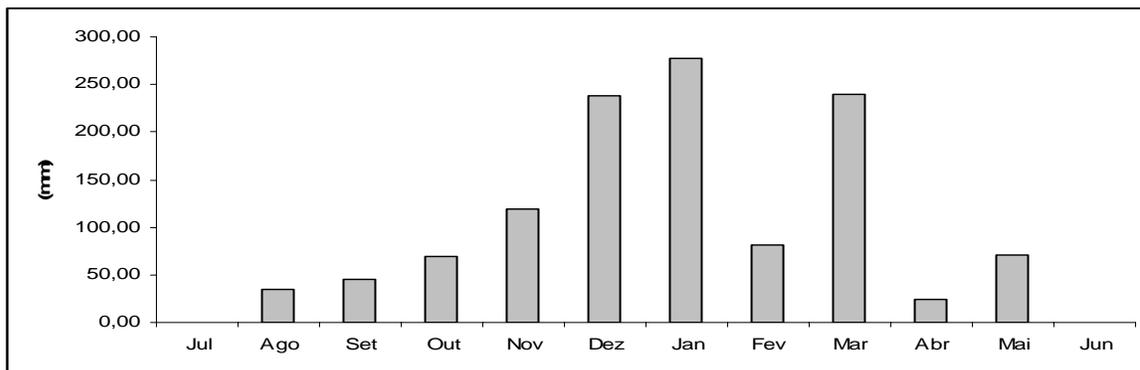


FIGURA 1. Precipitação pluviométrica média mensal no ano de 2001. Dados coletados na Faz. Experimental do Glória, Uberlândia-MG. Coleta das sementes realizadas dia 13/08/2001.

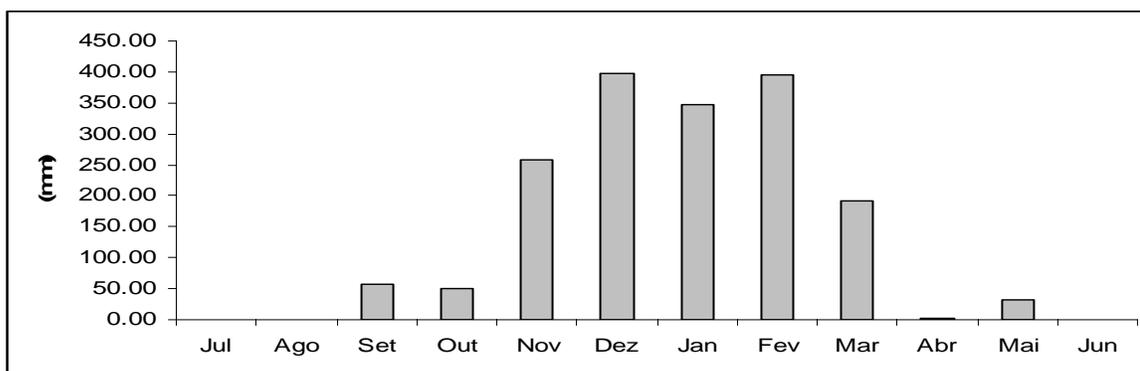


FIGURA 2. Precipitação pluviométrica média mensal no ano de 2002. Dados coletados na Faz. Experimental do Glória, Uberlândia-MG, por meio de estação meteorológica automática. Coleta das sementes realizada no dia 27/09/2002.

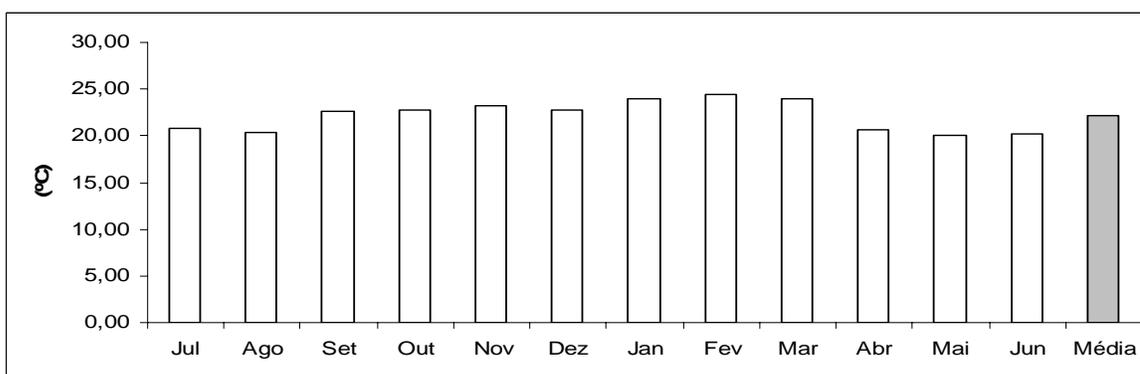


FIGURA 3. Temperatura média mensal no ano de 2001. Dados coletados na Faz. Experimental do Glória, Uberlândia-M, por meio de estação meteorológica automática.. Coleta das sementes realizadas dia 13/08/2001.

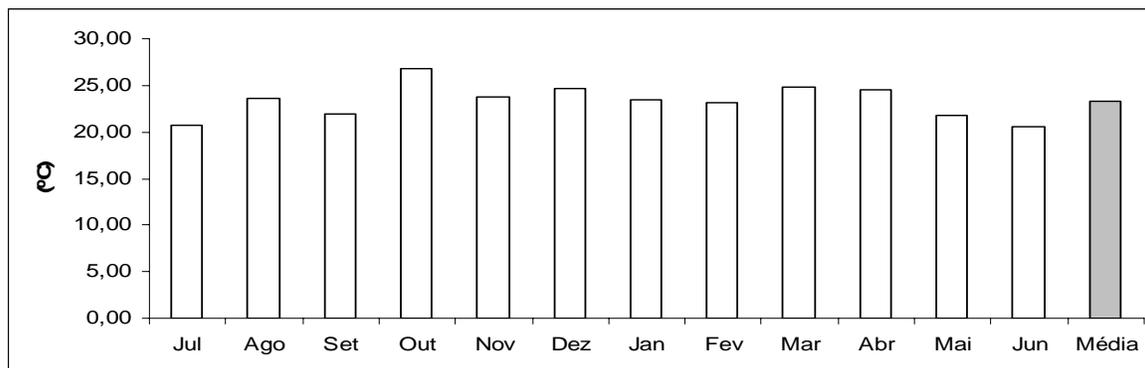


FIGURA 4. Temperatura média mensal no ano de 2002. Dados coletados na Faz. Experimental do Glória, Uberlândia-MG, por meio de estação meteorológica automática.. Coleta das sementes realizadas dia 27/09/2002.

TABELA 1. Análise química do solo da Fazenda Experimental do Glória, onde se encontram plantas de *Moringa oleifera* Lam. (profundidade de 0-20cm).

pH H ₂ O (1:2,5)	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	SB	t	T	V	m
			cmol _c dm ⁻³								%
5,9	6,1	44,9	0,0	1,8	1,2	3,2	3,2	3,16	6,39	49	0

P, K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L⁻¹) ; SB = soma de bases; t = capacidade de troca catiônica efetiva; T = capacidade de troca catiônica total; V = saturação por bases e m = saturação por alumínio.

3.1 Estudo da germinação

A coleta das sementes realizou-se no dia 13 de agosto de 2001, a partir de frutos fechados com coloração marrom claro, livres de fungos e pragas. Após a coleta, os frutos foram colocados para secagem à sombra, uma vez que a coleta foi feita dois dias após chuva de 5mm. A instalação do experimento ocorreu no dia 15/08/2001, após a debulha das cápsulas (cápsula loculicida trivalvar, com eixo seminífero anguloso e sementes aladas, segundo Barroso et al., 1999) e seleção das sementes bem formadas, no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal, do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia. Nesse estudo, foi utilizada uma câmara de germinação, sob luz branca fluorescente contínua (12,54 μmol m⁻² s⁻¹ de irradiância fotossinteticamente ativa), a 24°C e 44% de

umidade relativa do ar. A irradiância foi medida com um radiômetro da LICOR[®], modelo LI-250; a temperatura e a umidade relativa do ar com um termohigrômetro digital da TFA Dostman GmbH, Alemanha.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições. As parcelas foram constituídas por 25 sementes, semeadas em caixas gerbox contendo 200cm³ de vermiculita e 80 mL das soluções. Os tratamentos avaliados foram (1) substrato umedecido com água; (2) substrato umedecido com KNO₃ a 0,2%; (3) substrato umedecido com GA₃ a 10µg mL⁻¹, todos eles mantidos sob luz; (4) estratificação por 24 horas a 4°C no escuro, com posterior transferência para luz e (5) substrato umedecido com água e mantido no escuro durante o período de condução do experimento.

Durante a condução do experimento, foram coletados dados para o cálculo da germinabilidade G% (porcentagem de sementes germinadas), tempo médio de germinação \bar{t} (Labouriau, 1983), coeficiente de variação do tempo CV_t (Ranal; Santana, 2002), coeficiente de uniformidade de germinação CUG (Heydecker, 1973), velocidade média de germinação \bar{v} (Labouriau, 1970), coeficiente de velocidade de germinação CVG (Kotowski, 1926), velocidade de germinação VE (adaptado de Maguire, 1962 que, em geral, é usado para cálculo da velocidade de emergência), índice proposto por Timson T (Timson, 1965), T corrigido pela germinabilidade T_{mod} (Ranal ; Santana, 2002), índice de velocidade de germinação ERI (adaptado de Shmueli; Goldberg, 1971 que o propuseram para o cálculo da emergência), ERI corrigido pelo número de sementes germinadas ERI_{mod} (Ranal; Santana, 2002), índice de germinação GI (Melville et al., 1980), valor de germinação GV (Czabator, 1962), incerteza I (Labouriau; Valadares, 1976) e índice de

sincronia de germinação Z (Primack, 1980). Adotou-se como critério de germinação, a protrusão do embrião (critério botânico).

As sementes não germinadas foram submetidas ao teste do tetrazólio, que mede a atividade metabólica das sementes e avalia a atividade de enzimas do grupo das desidrogenases (Popinigis, 1985). Retirou-se o tegumento das sementes não germinadas e imediatamente o material assim preparado foi colocado em tubos de ensaio contendo solução de cloreto de 2,3,5-trifenil-tetrazólio a 0,5%. Os tubos foram mantidos no escuro, por 24 horas, a 30°C. Decorrido esse tempo, procedeu-se à avaliação das sementes de acordo com sua coloração. Foram consideradas viáveis as sementes que tiveram uniformidade de coloração avermelhada, com tecido brilhante e túrgido.

3.2 Comportamento das sementes durante o armazenamento

Para esse estudo, foram coletadas 4.500 sementes das mesmas plantas, em 27 de setembro de 2002, utilizando-se para a coleta o mesmo procedimento de 2001. Do total destas sementes, 3.750 foram acondicionadas em sacos de papel (25 sementes por saco) e armazenadas em recipiente fechado, misturadas com sílica gel contendo indicador de umidade que se manteve a 41%.

Foram avaliadas a germinação e o teor de água das sementes recém-colhidas e aos 35 e 120 dias de armazenamento. Para avaliação da germinação, foram montadas 10 repetições, semeando-se 25 sementes por caixa gerbox contendo 200 cm³ de vermiculita como substrato e 80 mL de água destilada. O teste foi conduzido na mesma câmara de germinação descrita no item 3.1, utilizando-se o mesmo critério de germinação adotado.

O teor de água das sementes foi determinado a partir de uma amostra de 500 sementes, sendo esta dividida em 10 repetições de 25 sementes para determinação do teor de água em estufa à 70°C e 10 repetições de 25 sementes para determinação do teor de água em estufa à 105°C, até obtenção de massa constante das sementes. O cálculo do teor de água foi feito a partir da expressão: $teor\ de\ água = (mmf - mms/mms) 100$, onde *mmf*: massa da matéria fresca e *mms*: massa da matéria seca.

Os dados obtidos para cada teste e para cada uma das características avaliadas foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene), sendo posteriormente submetidos à análise da variância (ANOVA) e testes de média (Tukey) a 0,05 de probabilidade. As medidas que não apresentaram normalidade ou homogeneidade (*T*, *T_{mod}*, *ERI*, *ERI_{mod}*, *GI*), mesmo após a transformação dos dados (valores transformados segundo \sqrt{x}), foram submetidas à estatística não-paramétrica (testes de Kruskal-Wallis e Wilcoxon-Mann-Whitney a 0,05 de probabilidade). Os testes relativos ao teor de água e porcentagem de germinação das sementes recém-colhidas e armazenadas foram analisados utilizando-se o teste *t* de “Student” ou Mann-Whitney, para determinar o teor mínimo de água que as sementes podem suportar, sem perda significativa da germinabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de *Moringa oleifera* alcançaram maior germinabilidade (G), em menor tempo (\bar{t}), com maior velocidade (\bar{v} , VE , T , T_{mod} , ERI e ERI_{mod}), uniformidade (CV_t e CUG) e sincronia (I e Z), quando submetidas à ação do GA_3 $10\mu\text{g mL}^{-1}$ e KNO_3 0,2% (Tabela 2). O teste do tetrazólio, aplicado às sementes que não germinaram ao final do experimento, não mostrou sementes viáveis.

Colocando-se em ordem decrescente os valores da velocidade média de germinação (\bar{v}), pode-se verificar a mesma seqüência para as demais medidas de velocidade (VE , T , T_{mod} , ERI , ERI_{mod} , GI e GV). Isto significa que para sementes desta espécie, nestas condições experimentais, todas as medidas apresentaram acuracidade similar.

Santana; Ranal (2002) mostraram que nem sempre isto é verificado, especialmente quando entre os tratamentos há germinabilidades discrepantes. Como algumas dessas medidas associam, na mesma expressão matemática, germinabilidade e velocidade (VE , T , ERI , GI e GV), essas duas características podem se contrabalançar, tornando essas medidas

ambíguas. Essa ambigüidade, decorrente da fragilidade da medida que recebe a interferência de duas características distintas do processo de germinação, foi detectada para o índice de Timson por Goodchild; Walker (1971) e Brown; Mayer (1988).

TABELA 2. Medidas de germinação de sementes recém-colhidas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.), mantidas sob a ação de reguladores de crescimento e estratificação. Coleta realizada na Faz. Experimental do Glória dia 13/08/2001.

Medidas (unidade)	Tratamentos					<i>W</i>	<i>F</i> Levene	<i>F/H</i>
	Água /Luz	KNO ₃ /luz	GA ₃ /luz	Estratificação/luz	Água /Escuro			
G (%)	92,0 ab	95,2 ab	97,6 a	87,2 bc	76,0 c	0,9629	1,937	9,0078
\bar{t} (dias)	9,57 b	5,76 a	5,46 a	9,65 b	-	0,9449	2,224	30,0304
CV_t (%)	41,6 b	23,3 a	24,2 a	36,1 ab	-	0,9379	2,711	4,6094
CUG (dia⁻²)	0,0932 b	0,6301 a	0,7194 a	0,1297 b	-	0,9370	2,894	15,2842
\bar{v} (dia ⁻¹)	0,1062 b	0,1746 a	0,1843 a	0,1054 b	-	0,9209	0,012	35,7415
CVG (%)	10,6 b	17,5 a	18,4 a	10,5 b	-	0,9209	0,012	35,7020
VE (sem. dia⁻¹)	2,78 b	4,38 a	4,78 a	2,52 b	-	0,9485	0,379	35,2693
T (% dia)	2156 b	2592,8 a	2688 a	2036,8 b	-	0,9544	5,265	14,72
T_{mod} (dia)	23,4 b	27,2 a	27,5 a	23,3 b	-	0,9765	3,614	14,52
ERI (sem. dia)	516 b	624,4 a	647,6 a	487,4 b	-	0,9559	4,994	14,657
ERI_{mod} (dia)	22,4 b	26,2 a	26,5 a	22,3 b	-	0,9765	3,614	14,52
GI (dia)	21,6 b	25,9 a	26,9 a	20,4 b	-	0,9544	5,265	14,72
GV (%² dia⁻²)	20,9 b	37,6 a	42,0 a	18,3 b	-	0,9689	0,615	30,7674
I (bits)	2,78 b	2,23 a	2,20 a	2,82 b	-	0,9557	2,738	11,0994
Z	0,1230 b	0,2109 a	0,2131 a	0,1118 b	-	0,9504	2,793	9,6474

W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos; *F*: Estatística do teste de Levene para a homogeneidade entre as variâncias; *H*: Estatística não-paramétrica do teste de Kruskal-Wallis; *F*: Estatística do teste de Snedecor para a análise da variância; valores em negrito indicam normalidade dos resíduos, homogeneidade das variâncias e significância dos testes; médias (originais) nas linhas, seguidas de mesma letra, não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ou pelo teste de Wilcoxon-Mann-Whitney a 5% de probabilidade; *G*: germinabilidade; \bar{t} : tempo médio de germinação; *CV_t*: coeficiente de variação do tempo; *CUG*: coeficiente de uniformidade de germinação; \bar{v} : velocidade média de germinação; *CVG*: coeficiente de velocidade de germinação; *VE*: velocidade de germinação; *T*: índice proposto por Timson; *T_{mod}*: *T* corrigido pela germinabilidade; *ERI*: índice de velocidade de germinação; *ERI_{mod}*: *ERI* corrigido pelo número de sementes germinadas; *GI*: índice de germinação; *GV*: valor de germinação; *I*: índice de incerteza; *Z*: índice de sincronização.

Fato relevante é que a utilização do KNO₃ e do GA₃ aceleraram da mesma forma a velocidade de germinação das sementes; porém, o GA₃ estimulou o desenvolvimento de gemas laterais presentes no embrião, com conseqüente perfilhamento das plantas jovens e

pequeno desenvolvimento da gema apical (observações realizadas após a germinação das sementes). Trata-se de uma ativação negativa, pois tais gemas laterais seriam um recurso do vegetal à sobrevivência, após a perda de sua gema apical e, com o desenvolvimento prematuro destas, a planta ficaria sem recursos após sofrer, por exemplo, um processo de dessecação ou herbivoria apical. Em função disso, se o interesse for a quantidade de sementes germinadas, a utilização de água na presença de luz, é satisfatória para essas sementes.

Verificou-se que o tratamento com estratificação apresentou um desempenho menor em relação aos demais e, isso deve estar relacionado com a origem da planta, que não é de regiões frias, haja visto que o clima ideal é o quente e úmido dos trópicos.

Muitas espécies, de alguma forma, aumentam a germinabilidade ou a velocidade média de germinação, quando submetidas à luz, designando-se assim fotoblásticas positivas (Evenari, 1956 apud Labouriau, 1983). Em outras espécies, a germinabilidade e a velocidade média são menores quando expostas à luz do que quando mantidas no escuro, designando-se fotoblásticas negativas; outras espécies ainda mostram-se indiferentes, quando sua germinação ocorre tanto na luz quanto no escuro (Labouriau, 1983). De acordo com Popinigis (1985), as sementes da maioria das plantas cultivadas são indiferentes, o que também foi verificado para as sementes de *Moringa oleifera*, no presente trabalho. A menor quantidade de sementes germinadas no tratamento mantido no escuro, pode estar relacionada à incidência de fungos, uma vez que as sementes dos demais tratamentos foram lavadas diariamente com água destilada, e o tratamento mantido no escuro só foi avaliado ao final do experimento, notando-se uma elevada contaminação.

Quanto ao armazenamento a seco e conseqüente resistência à desidratação, pôde-se observar, pelo teste *t* de “Student”, que as sementes de moringa coletadas em setembro de 2002 aumentaram sua germinabilidade e velocidade, diminuíram seu tempo médio de germinação e mantiveram a homogeneidade e o sincronismo no processo germinativo, após 120 dias de armazenamento (Tabela 3).

TABELA 3. Medidas de germinação de sementes de *Moringa oleifera* Lam. coletadas em 27/09/2002 na Faz. Experimental do Glória, recém-colhidas e armazenadas a seco (média ± desvio padrão).

Medida (unidade)	Recém-colhidas	armazenadas por 35 dias	Shapiro-Wilk		<i>t</i> de "Student"	<i>U</i> (Mann-Whitney)
			W 1	W 2		
<i>G</i> (%)	61,20 ± 18,48 a	76,00 ± 13,86 a	0,9371	0,9575	2,026 (0,0578)	
\bar{t} (dias)	3,56 ± 0,43 a	3,71 ± 0,16 a	0,7190	0,9182		79 (0,0288)
<i>CV_t</i> (%)	19,21 ± 7,25 a	15,10 ± 3,92 a	0,8519	0,9365	1,575 (0,1328)	
<i>CUG</i> (dia ⁻²)	3,45 ± 2,47 a	4,10 ± 2,26 a	0,8891	0,8647	0,611 (0,5489)	
\bar{v} (dias ⁻¹)	0,28 ± 0,03 a	0,27 ± 0,01 a	0,8065	0,9081	1,433 (0,1775)	
<i>CVG</i> (%)	28,43 ± 2,90 a	27,01 ± 1,17 a	0,8065	0,9081	1,433 (0,1775)	
<i>VE</i> (sem. dia ⁻¹)	4,48 ± 1,40 a	5,26 ± 1,04 a	0,9594	0,953	1,047 (0,1765)	
<i>T</i> (% dia)	333,60 ± 106,74 a	250,80 ± 50,07 b	0,9532	0,9525	2,221 (0,0447)	
<i>T_{mod}</i> (dia)	5,44 ± 0,44 a	3,29 ± 0,16 b	0,7190	0,9182		100 (0,0000)
<i>ERI</i> (sem. dia)	68,10 ± 22,20 a	43,70 ± 9,18 b	0,9533	0,9365	3,212 (0,0075)	
<i>ERImod</i> (dia)	4,44 ± 0,44 a	2,29 ± 0,16 b	0,7190	0,9182		100 (0,0000)
<i>GI</i> (dia)	3,336 ± 1,07 a	2,508 ± 0,50 b	0,9532	0,9525	2,221 (0,0447)	
<i>GImod</i> (dia)	5,44 ± 0,44 a	3,29 ± 0,16 b	0,7190	0,9182		100 (0,0000)
<i>GV</i> (% ² dia ⁻²)	30,87 ± 19,45 a	44,65 ± 16,58 a	0,9007	0,9759	1,706 (0,1053)	
<i>I</i> (bits)	1,12 ± 0,49 a	1,05 ± 0,31 a	0,8078	0,8993	0,378 (0,7099)	
<i>Z</i>	0,5136 ± 0,12 a	0,4934 ± 0,16 a	0,9347	0,8865	0,311 (0,7594)	

Medida (unidade)	Recém-colhidas	armazenadas por 120 dias	W 1	W 2	<i>t</i> de "Student"	<i>U</i> (Mann-Whitney)
\bar{t} (dias)	3,56 ± 0,43 b	3,02 ± 0,19 a	0,7190	0,9002		92 (0,0007)
<i>CV_t</i> (%)	19,21 ± 7,25 a	23,3 ± 8,13 a	0,8519	0,8689	1,185 (0,2512)	
<i>CUG</i> (dia ⁻²)	3,45 ± 2,47 a	3,16 ± 2,43 a	0,8891	0,852	0,273 (0,7882)	
\bar{v} (dias ⁻¹)	0,28 ± 0,03 b	0,33 ± 0,02 a	0,8065	0,9364		92 (0,0007)
<i>CVG</i> (%)	28,43 ± 2,90 b	33,18 ± 2,01 a	0,8065	0,9364		92 (0,0007)
<i>VE</i> (sem. dia ⁻¹)	4,48 ± 1,40 b	7,01 ± 0,95 a	0,9594	0,9532	4,721 (0,0020)	
<i>T</i> (% dia)	333,6 ± 106,74 a	398,8 ± 56,60 a	0,9532	0,9481	1,707 (0,1051)	
<i>T_{mod}</i> (dia)	5,44 ± 0,44 a	4,95 ± 0,27 b	0,7190	0,7672		90 (0,0015)
<i>ERI</i> (sem. dia)	68,10 ± 22,20 a	80,10 ± 11,00 a	0,9533	0,9519	1,531 (0,1496)	
<i>ERImod</i> (dia)	4,44 ± 0,44 a	3,97 ± 0,19 b		0,9002		89 (0,0021)
<i>GI</i> (dia)	3,336 ± 1,07 a	3,990 ± 0,57 a	0,9532	0,9481	1,707 (0,1051)	
<i>GImod</i> (dia)	5,44 ± 0,44 a	4,95 ± 0,27 a	0,7190	0,7672		90 (0,0150)
<i>GV</i> (% ² dia ⁻²)	30,87 ± 19,45 b	60,48 ± 15,95 a	0,9007	0,9326	3,724 (0,0016)	
<i>I</i> (bits)	1,12 ± 0,49 a	1,11 ± 0,45 a	0,8078	0,9542		51 (0,9710)
<i>Z</i>	0,5136 ± 0,12 a	0,5466 ± 0,17 a	0,9347	0,9332	0,504 (0,6202)	

Médias na linha seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste *t* de "Student"; valores entre parênteses referem-se à probabilidade dos testes e valores em negrito referem-se à normalidade dos resíduos. *G*: germinabilidade; \bar{t} : tempo médio de germinação; *CV_t*: coeficiente de variação do tempo; *CUG*: coeficiente de uniformidade de germinação; \bar{v} : velocidade média de germinação; *CVG*: coeficiente de velocidade de germinação; *VE*: velocidade de germinação; *T*: índice proposto por Timson; *T_{mod}*: *T* corrigido pela germinabilidade; *ERI*: índice de velocidade de germinação; *ERImod*: *ERI* corrigido pelo número de sementes germinadas; *GI*: índice de germinação; *GImod*: *GI* corrigido pelo número de sementes germinadas no final do experimento; *GV*: valor de germinação; *I*: índice de incerteza; *Z*: índice de sincronização.

No experimento realizado em agosto de 2001, a seqüência nos índices de velocidade modificados (T_{mod} , ERI_{mod} , GI_{mod}) foi atendida, visto que estes índices acompanharam os resultados obtidos com o cálculo da velocidade média de germinação (\bar{v}), não sendo influenciados pela germinabilidade (Tabela 1). Contudo, quando observadas as medidas de velocidade do experimento de setembro de 2002 (Tabela 2), pode-se verificar que os índices modificados, cuja interferência da germinabilidade foi cancelada, não tiveram o comportamento esperado, que era o de acompanhar os valores da velocidade média. Esse resultado parece estar relacionado com o tempo final da germinação, já que no experimento de 2001 houve uma padronização no tempo final de todos os tratamentos para o cálculo dos índices ($tf = 32$ dias), o que não ocorreu com o experimento de 2002, já que os tratamentos foram comparados dois a dois, e o tempo final foi individualizado para cada tratamento (Tabela 4).

TABELA 4. Tempo de germinação de sementes de *Moringa oleifera* coletadas em 13/08/2001 e 27/09/2002.

Data de coleta	Tratamento	ti	tf	\bar{t}
		dias		
2001	água/luz	4	32	9,57
	KNO ₃	3	11	5,76
	GA ₃	3	10	5,46
	Estratificação	5	31	9,65
2002	Recém-colhidas	3	8	3,56
	Armazenadas por 35 dias	3	6	3,71
	Armazenadas por 120 dias	2	7	3,02

ti : tempo inicial de germinação; tf : tempo final de germinação; \bar{t} : tempo médio de germinação;

Pôde-se verificar então que, apesar dos índices modificados cancelarem a interferência da germinabilidade no cálculo da velocidade média de germinação, ainda

sofrem influência do tempo final de germinação do experimento, assim como os índices de velocidade não modificados (*T*, *ERI* e *GI*).

Os resultados obtidos utilizando-se sementes armazenadas permitem inferir que as sementes de *Moringa oleifera* são ortodoxas, ou seja, resistem à desidratação no período de pós-maturação. Como houve aumento da germinabilidade e velocidade média de germinação ao longo do armazenamento, é provável que a germinação das sementes produzidas na safra de 2002 tenha sido influenciada por fungos, ou ainda tenham sido liberadas com dormência.

No decorrer das avaliações, do experimento de 2002, foi observada alta infestação por fungos, principalmente no tratamento de sementes recém-colhidas, sendo que o controle destes foi a limpeza individualizada das sementes com água destilada. Diante disso, pode-se inferir que a infestação de fungos, provavelmente tenha influenciado a germinação das sementes de moringa.

Em sementes de soja, o fungo *Phomopsis* sp. está confinado ao tegumento da semente e, durante o processo germinativo, infectam os cotilédones e o eixo embrionário, reduzindo assim o poder germinativo da semente (França Neto; Henning, 1992). Segundo Henning et al. (2001) apud Machado (1988), a armazenagem de sementes de soja faz com que a viabilidade do patógeno entre em declínio em períodos onde o poder germinativo das sementes ainda se mantém satisfatório.

A quantidade de chuva a qual a planta foi submetida, anterior à coleta dos frutos (34,73 mm), poderia ter favorecido uma possível quebra da dormência das sementes de 2001, diminuindo talvez a quantidade de inibidores da germinação (Figura 1). No ano de 2002, apesar da quantidade de chuva ter sido superior ao ano anterior (56,50 mm), esta foi

de distribuição desuniforme e, em sua maior parte, posterior à coleta das sementes (Figura 2).

Nas sementes coletadas em 2001, cujas plantas apresentavam frutos bem granados, com alguns ainda muito encharcados, ocorreu a necessidade de secagem das vagens por dois dias antes da instalação do experimento. No caso das sementes coletadas em 2002, estas já se apresentavam secas e logo em seguida à coleta houve a instalação do experimento. Isso ocorreu em função do intervalo entre chuvas naquele ano ter sido de três meses (Figura 2). Labouriau (1983) cita que sementes de algumas espécies vão ficando cada vez mais dormentes à medida que amadurecem e este poderia ser o caso de sementes de *Moringa oleifera*.

Após 120 dias de armazenamento as sementes tiveram o teor de água diminuído significativamente, quando avaliado em estufa a 70°C, com queda de 2%. A avaliação feita em estufa a 105°C não mostrou queda significativa no teor de água (Tabelas 5 e 6).

TABELA 5. Teor de água de sementes de *Moringa oleifera*, recém-colhidas e armazenadas a seco por 35 e 120 dias. Coleta feita em 27/09/2002, na Faz. Experimental do Glória.

Repetição	Recém-colhidas		Armazenadas por 35 dias		Armazenadas por 120 dias	
	Teor de água % 70°C	Teor de água % 105°C	Teor de água % 70°C	Teor de água % 105°C	Teor de água % 70°C	Teor de água % 105°C
1	10,12	8,53	5,95	6,85	7,53	8,42
2	8,51	8,44	4,66	4,93	6,85	8,95
3	8,77	8,06	6,28	6,45	5,93	7,82
4	9,62	7,57	6,83	6,82	5,57	7,89
5	9,28	7,88	7,19	7,07	6,74	9,2
6	8,2	8,08	7,98	4,73	6,36	8,12
7	10,73	8,36	5,53	4,87	6,55	7,58
8	9,68	8,33	5,22	4,52	6,53	8,09
9	9,29	8,01	6,2	6,59	14,92	8,94
10	10,13	7,48	6,05	4,47	7,29	8,67
Média	9,43	8,07	6,19	5,73	7,43	8,37
Desv.P.	0,75	0,34	0,92	1,04	2,56	0,52
C.V.	7,95	4,21	14,86	18,15	34,45	6,21

TABELA 6. Comparação de médias (teste *t* de “Student”) para o teor de água de sementes de *Moringa oleifera*, recém-colhidas e armazenadas a seco por 35 e 120 dias.

	70°C	105°C
Recém-colhidas x 35 dias	8,223 (0,0001)	6,402 (0,0001)
Recém-colhidas x 120 dias	2,259 (0,0452)	1,416 (0,1738) ^{NS}

Valores em negrito indicam significância do teste *t* de “Student” a 0,05 de probabilidade; valores entre parênteses referem a probabilidade dos testes.

A não diferenciação significativa no teor de água das amostras submetidas a 105°C pode ter ocorrido pela interferência da amostragem ou por causa das sementes da espécie terem sido liberadas já com um teor de água baixo. Algumas espécies de cerrado são liberadas com teor de água nas sementes relativamente baixo, como *Terminalia fagifolia* Mart. 6,4% e *Virola sebiferae* Aubl. 11% (Netto; Faiad, 1995).

Barbedo et al. (2002) verificaram que as sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. mostraram capacidade de suportar a secagem, germinando mesmo quando o teor de água foi reduzido para 7,6%, o que corresponde ao comportamento de sementes ortodoxas (Roberts, 1973 apud Barbedo et al., 2002), o que reforça a idéia de que as sementes de *Moringa oleifera* também se enquadram nesta categoria.

5. CONCLUSÕES

- Sementes submetidas à ação do ácido giberélico, assim como aquelas submetidas ao nitrato de potássio, apresentaram maior germinabilidade, maior velocidade de germinação e maior sincronismo no processo.
- Sementes do tratamento controle, umedecidas com água, apresentaram alta quantidade de sementes germinadas; porém, com menor sincronismo e velocidade de germinação.
- As sementes de moringa apresentaram aumento da germinabilidade, velocidade e diminuíram seu tempo médio de germinação, após 120 dias de armazenamento a seco, podendo-se considerá-las sementes ortodoxas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBEDO, C. J., BILIA, D. A. C.; FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. **Revista Brasileira de Botânica**, v.25, n.4, p.431-439, 2000.

BARROSO, G. M.; MORIM, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV, p.156-157, 1999.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: viability, dormancy, and environmental control**. New York: Springer-Verlag, 1982. v.2, 375p.

BERJAK, P.; PAMMENTER, N.W. Aspects of recalcitrant seed physiology. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.56-69, 2000. Edição especial.

BROWN, R. F.; MAYER, D. G. Representing cumulative germination. A critical analysis of single-value germination indices. **Annals of Botany**. 61, p. 117-125, 1988.

CARDOSO, M. O. **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Manaus: Embrapa-CPAA, p.5-6, 1997.

CZABATOR, F. J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, v.8, n.4, p.386-396, 1962.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FRANÇA NETO, J. De B. ; HENNING, A. A. **Diacom: Diagnóstico Completo da Qualidade da Semente de Soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22p.

FUGLIE, L.J.; MANÉ, M. **L'arbre de la vie. *Moringa oleifera*: traitement et prevention de la malnutrition**. New York: Church World Service, 1999. 71p.

GOODCHILD, N. A.; WALKER, M. G. A method of measuring seed germination in physiological studies. **Annals of Botany** 35, p. 615-621, 1971.

HEYDECKER, W. Glossary of terms. In: **Seed ecology** (HEYDECKER, W., ed) Londres: Butterworths, p.553-557, 1973.

HILHORST, H.W.M. Dose-response analysis of factor involved in germination and secondary dormancy of seeds of *Sisymbrium officinale*. I. Phytochrome. **Plant Physiology**, v.94, p.1090-1095, 1990a.

HILHORST, H.W.M. Dose-response analysis of factor involved in germination and secondary dormancy of seeds of *Sisymbrium officinale*. II. Nitrate. **Plant Physiology**, v.94, p.1096-1102, 1990b.

HILHORST, H.W.M.; SMITT, A.I.; KARSSSEN, C.M. Gibberellin-biosynthesis and sensitivity mediated stimulation of seed germination of *Sisymbrium officinale* by red light and nitrate. **Physiologia Plantarum**, v.67, p.285-290, 1986.

KOEPPEN, W. **Climatologia: como un estudio de los climas de la Tierra**. Tradução de Hendrichs Pérez. México: Fondo de cultura econômica, p.152-182, 1948.

KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seed. **Proc. Am. Soc. Hortic Sci.** 23, p.176-184, 1926.

LABOURIAU, L. G. On the physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm I. **An. Acad. Bras. Ciênc.** 42(2), p.235-262, 1970.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. F. **An. Acad. Bras. Ciênc.** 48(2), p.293-284, 1976.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes.** Washington, D.C.: Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, 1983. 174p. Série de Biologia. Monografia, 24.

MACHADO, J. da C. **Patologia de sementes: fundamentos e aplicações.** Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL/FAEPE, 1988. 170p.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, n.2, v.2, p.176-177, 1962.

MELVILLE, A. H.; GALLETTA, G. J.; DRAPER, A. D.; NG, T. J. Seed germination and early seedling vigour in progenies of inbred strawberry selections. **HortScience** 15, p.749-750, 1980.

NDABIGENGESERE, A.; NARASIAH, S. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seeds. **Wat. Res.**, v.32, n.3, p. 781-791, 1998.

NETTO, D. A. M.; FAIAD, M. G. R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.75-80, 1995.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília-DF, s.c.p., 289p 1985.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v. 68, p.849-862, 1980.

RANAL, M. A; SANTANA, D. G. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.205-237, 2002. Edição especial.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 904p.

SHARMA, G.K.; RAINA, V. Propagation techniques of *Moringa oleifera* Lam. In: **SYMPOSIUM IMPROVEMENT OF FOREST BIOMASS**, Proceedings, redited by Khosla, India, Indian Society of Tree Scientists, 1982. p. 175-181.

SHMUELI, M.; GOLDBERG, D. Emergence, early growth, and salinity of five vegetable crops germinated by sprinkle and trickle irrigation in an arid zone. **HortScience**, n.6, v.6, p.563-565, 1971.

SILVA, A. R. **Estudos sobre o gênero moringa**. 1996. 87f. Dissertação (Mestrado em Genética e Bioquímica) – Centro de Ciências Biomédicas, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 1996.

SILVA, A.R.; KERR, W.E. **Moringa: uma nova hortaliça para o Brasil**. Uberlândia:

Editora da Universidade Federal de Uberlândia, 1999. 95p.

TIMSOM, J. New method os recording germination data. **Nature**, v.207, p.216-217, 1965.