



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA - UFPB
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Estudo do ponto de maturação fisiológica, secagem natural, qualidade durante o armazenamento e determinação da umidade de equilíbrio em semente de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Kátia Simone Fonseca

Agosto de 1997

A Deus

Aos meus filhos, Mateus e Maria Clara

Ao meu esposo Paul

A minha avó Celina

Dedico este trabalho

KÁTIA SIMONE FONSECA

Estudo do ponto de maturação fisiológica, secagem natural, qualidade durante o armazenamento e determinação da umidade de equilíbrio em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Dissertação apresentada ao curso de Pós Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

Área de Concentração: Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas
Orientador: Prof. Doutor Francisco de Assis Cardoso Almeida – DEAg/CCT/UFPB

**CAMPINA GRANDE – PB
AGOSTO/1997**



F992m Furtado, Maria Elizabeth Sucupira
Uma metodologia para projeto de banco de dados temporal orientado a objetos / Maria Elizabeth Sucupira Furtado. - Campina Grande, 1993.
137 f. : il.

Dissertacao (Mestrado em Informatica) - Universidade Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

1. Sistemas Orientados a Objetos 2. Banco de Dados Temporais e Ativos Orientados a Objetos 3. Dissertacao I. Schiel, Ulrich, Dr. II. Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) III. Título

CDU 004.652.5(043)

Kátia Simone Fonseca

Estudo do ponto de maturação fisiológica, secagem natural, qualidade durante o armazenamento e determinação da umidade de equilíbrio em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

Dissertação aprovada em 15 de agosto de 1997

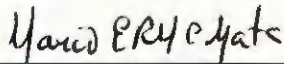
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso de Almeida
(Orientador UFPB/CCT/DEAg)



Dr. Vicente de Paula Queiroga
(Examinador CNPA/EMBRAPA)



Prof. Dr. Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata
(Examinador UFPB/CCT/DEAg)

CAMPINA GRANDE – PB
AGOSTO/ 1997

AGRADECIMENTOS

Ao término deste trabalho, quero externar, de modo especial, minha gratidão a Deus, que me deu forças e perseverança em todos os momentos desta jornada.

A minha família, pelo incentivo e paciência, demonstrados em todas as etapas desse trabalho.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao professor orientador Francisco de Assis Cardoso Almeida, pela paciente orientação e todos os ensinamentos transmitidos durante esta pesquisa.

Ao professor Mário Eduardo Cavalcanti Mata, pelas sugestões e disposição em orientar-me no manuseio dos programas estatísticos do 2^o capítulo, utilizados neste trabalho.

Ao pesquisador Vicente Queiroga, que me iniciou nos estudos com o gergelim e por todas as contribuições durante a pesquisa.

A professora Maria Elita Duarte Braga, pelos ensinamento dos programas gráficos utilizados neste trabalho.

A coordenação do curso de pós-graduação em engenharia agrícola, na pessoa do prof. Pedro Dantas e dos secretários, Ruth Morais, Roberto e Rivailda, pela disponibilidade sempre que precisei desta coordenação.

As bibliotecárias da EMBRAPA, Elizabete, Nívea, Luzimar, Graça e Cleide pela dedicação, paciência e apoio na parte bibliográfica.

A Mário Brito pelo auxílio nas avaliações de laboratório.

Ao Centro Nacional de Pesquisa do Algodão, nas pessoas dos pesquisadores, Menezes, Nair e Dirceu, pelo apoio e concessão das sementes.

A Piet e Maria Ten Hacken por todo carinho, apoio, incentivo em todas as etapas deste trabalho.

Aos meus cunhados Yvonne, Ruud, em especial a Stephan pelas pesquisas de referências bibliográficas.

Aos amigos Virginia, Eletisandra, Ledinha, Kátia Cristina e Max que desde os tempos de graduação sempre me incentivaram e apoiaram.

Aos colegas de mestrado Ana Raquel, Joselito, Ênio, Ricardo, pela boa convivência durante este período.

A minha madrinha e amiga Luisa Pereira, por seu exemplo de vida e pelos ensinamentos transmitidos.

De modo especial ao meu esposo Paul Ten Hacken, por seu amor e companheirismo, principalmente na educação das crianças, dando-me assim, oportunidade de continuar minha vida acadêmica.

Aos meus queridos filhos Mateus e Maria Clara, que com um simples sorriso, me animaram nos momentos difíceis.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
RESUMO	1
ABSTRACT	2
APRESENTAÇÃO	3
CAPÍTULO 1 - Ponto ideal de colheita e qualidade fisiológica em sementes de gergelim ao longo do armazenamento	
11. INTRODUÇÃO	5
1.2. OBJETIVOS	7
1.2.1 Objetivo geral	7
1.2.2 Objetivos específicos	7
13. REVISÃO DE LITERATURA	8
1.3.1 Origem e descrição geral da cultura	8
1.3.2 Produção importância econômica e utilização de gergelim	11
1.3.3 Ponto ideal de colheita	12
1.3.4 Germinação	16
1.3.5 Vigor	20
1.3.6 Teor de umidade	24
1.3.7 Embalagem	28
1.3.8 Armazenamento	31
1.4 MATERIAL E MÉTODOS	34
1.4.1 Obtenção do ponto ideal de colheita	34
1.4.2 Acondicionamento e armazenamento das sementes de gergelim	35
1.4.3 Realização das análises	35
1.4.3.1 Teste de germinação	36
1.4.3.2 Teste de vigor	36
1.4.3.2.1 Primeira contagem	36
1.4.3.2.2 Comprimento total de plântulas	37
1.4.4 Determinação do teor de umidade e matéria seca	37
1.4.5 Análise estatística	38
1.4.5.1 Ponto ideal de colheita	38
1.4.5.2 Armazenamento das sementes de gergelim	38
1.4.6 Dados meteorológicos	39
1.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
1.5.1 Ponto ideal de colheita	39
1.5.1.1 Germinação	40
1.5.1.2 Vigor	41
1.5.1.3 Teor de umidade	42

1.5.1.4 Matéria seca	44
1.5.2 Avaliação da qualidade fisiológica do gergelim ao longo de 13 meses de armazenamento	45
1.5.2.1 Germinação	45
1.5.2.2 Vigor	52
1.5.2.3 Teor de umidade	52
1.5.2.4 Matéria seca	52
1.6. CONCLUSÃO	62
1.7. RECOMENDAÇÕES	62
 CAPÍTULO 2 - Secagem e determinação da umidade de equilíbrio	
2.1. INTRODUÇÃO	63
2.2. OBJETIVOS	64
2.3. REVISÃO DE LITERATURA	65
2.3.1 Secagem	65
2.3.2 Equilíbrio higroscópio	68
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	75
2.4.1 Secagem	75
2.4.1.1 Localização do experimento	75
2.4.1.2 Método utilizado	76
2.4.1.3 Tempo de secagem	77
2.4.2. Equilíbrio higroscópio	77
2.4.2.1 Local do experimento	77
2.4.2.2 Determinação dos teores de umidade de equilíbrio	77
2.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
2.5.1 Secagem natural	80
2.5.2 Equilíbrio higroscópio	82
2.6. CONCLUSÃO	88
2.7. RECOMENDAÇÕES	88
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
APÊNDICE A	100

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Evolução da germinação (%) e teor de umidade (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar *CNPA G₃*, da antesis a maturação fisiológica. 41
- FIGURA 2** - Evolução do vigor (%), germinação (%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar *CNPA G₃*, da antesis a maturação fisiológica. 42
- FIGURA 3** - Evolução do teor de umidade (%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar *CNPA G₃*, da antesis a maturação fisiológica. 43
- FIGURA 4** - Valores médios da germinação (%) de sementes de gergelim armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁) e em condições de ambiente de Campina Grande – PB (A₂) e Patos – PB (A₃). 46
- FIGURA 5** - Valores médios do vigor (comprimento de plântulas) das sementes de gergelim, armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁), e em condições de ambiente de Campina Grande – PB (A₂) e Patos – PB (A₃). 52
- FIGURA 6** - Valores médios do teor de umidade das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁), e em condições de ambiente de Campina Grande – PB (A₂) e Patos – PB (A₃). 56
- FIGURA 7** - Feixes de gergelim durante o processo de secagem. 76
- FIGURA 8** - Recipiente hermético utilizado na determinação da umidade de equilíbrio. 78

FIGURA 9 - Valores médios do teor de umidade (%), vigor (%) e germinação (%) obtidos durante o processo de secagem natural de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	81
FIGURA 10 - Isotermas de umidade de equilíbrio das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C.	83
FIGURA 11 - Valores de umidade de equilíbrio obtidos através da equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata para sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	85
FIGURA 12 - Valores experimentais de umidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata, para as sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	85
FIGURA 13 - Valores de umidade de equilíbrio obtidos através da equação de Henderson modificada para sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	86
FIGURA 14 - Valores experimentais de umidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Henderson modificada, para as sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	86
FIGURA 15 - Valores de umidade de equilíbrio obtidos através da equação de Chung e Pfof para sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	87
FIGURA 16 - Valores experimentais de umidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Chung - Pfof para as sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>)	87

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Comparação das médias da germinação (%), vigor (%), teor de umidade (%b.u.) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.), cultivar <i>CNPA G₃</i> , da antesis a maturação fisiológica.	40
TABELA 2 -	Análise de variância e coeficiente de variação da germinação de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos - PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.	47
TABELA 3 -	Valores médios da germinação (1) para embalagem, ambiente e período de armazenamento de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) durante 13 meses de armazenamento.	47
TABELA 4 -	Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para a interação <i>embalagem x ambiente</i> , durante 13 meses de armazenamento.	48
TABELA 5 -	Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para a interação <i>embalagem x tempo</i> durante 13 meses de armazenamento.	49
TABELA 6 -	Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para interação <i>ambiente x tempo</i> durante 13 meses de armazenamento.	51
TABELA 7 -	Valores médios do vigor (cm) de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para a interação <i>ambiente x tempo</i> durante treze meses de armazenamento.	54
TABELA 8 -	Valores médios do Teor de umidade (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para a interação <i>embalagem x ambiente</i> . Durante 13 meses de armazenamento.	57

TABELA 9 - Valores médios do Teor de umidade (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) para a interação <i>embalagem x ambiente</i> . Durante 13 meses de armazenamento.	58
TABELA 10 - Valores médios do teor de umidade (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) para a interação <i>ambiente x tempo</i> durante 13 meses de armazenamento.	59
TABELA 11 - Valores médios de matéria seca (%) para os fatores embalagem, ambiente de armazenamento das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) e período de armazenamento.	60
TABELA 12 - Valores médios da matéria seca (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) para a interação <i>ambiente x tempo</i> durante treze meses de armazenamento.	61
TABELA 13 - Umidades relativas obtidas através de diferentes concentrações de ácido sulfúrico.	79
TABELA 14 - Número de dias decorridos para alcançar o equilíbrio higroscópico do gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>), cultivar <i>CNPA-G3</i> para as diferentes temperaturas e umidades relativas.	84
TABELA 1A - Valores médios da germinação (%), vigor(%), teor de umidade(%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>), cultivar <i>CNPA G₃</i> obtidos do período da antesis a maturação fisiológica.	102
TABELA 2A - Análise de variância e coeficiente de variação do vigor (cm) de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos - PB e Campina Grande – PB e em condições controladas de câmara seca.	102
TABELA 3A - Valores médios de vigor para embalagem, ambiente e período de armazenamento de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum L.</i>) durante treze meses de armazenamento.	103

TABELA 4A - Valores médios do vigor (cm) de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para interação <i>embalagem x tempo</i> durante 13 meses de armazenamento.	103
TABELA 5A - Valores médios de matéria seca (%) em sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para interação <i>embalagem x ambiente</i> .	104
TABELA 6A - Análise de variância e coeficiente de variação do Teor de umidade de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos -PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.	104
TABELA 7A - Análise de variância e coeficiente de variação do Teor de umidade de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos -PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.	105
TABELA 8A - Análise de variância e coeficiente de variação de matéria seca de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos e Campina Grande e em condições controladas de câmara seca.	105
TABELA 9A - Valores médios de teor de umidade (%), Germinação (%) e vigor (%), obtidos durante o processo de secagem natural em sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.).	106
TABELA 10A - Valores médios de matéria seca de sementes de gergelim (<i>Sesamum indicum</i> L.) para interação <i>embalagem x tempo</i> durante 13 meses de armazenamento.	106
TABELA 11A- Valores médios de teor de umidade , germinação e vigor, obtidos durante o processo de secagem natural em sementes de gergelim.	107
TABELA 12A- Valores médios de umidade equilíbrio de sementes de gergelim, obtidos para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C	107

RESUMO

As técnicas de pós-colheita são aplicadas para manter a qualidade do produto até a sua chegada ao consumidor. Com o objetivo de determinar o momento ideal de colheita e o posterior acompanhamento da qualidade fisiológica em sementes de gergelim, por um período de treze meses, acondicionadas em três tipos de embalagens (saco de papel, saco de pano e lata metálica) e armazenadas em três ambientes (Câmara Seca, Campina Grande - PB e Patos - PB), instalou-se experimento em campo e laboratório com a cultivar *CNPA G₃*. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, disposto em um fatorial de 3 x 3 x 8, com quatro repetições. As avaliações foram feitas através dos testes padrão de germinação, vigor e determinação do teor de umidade e matéria seca. Após a maturação fisiológica, as sementes apresentaram dormência. No final do experimento constatou-se que a qualidade fisiológica das sementes de gergelim foi afetada ao longo do armazenamento, sendo a embalagem recipiente metálico a mais indicada na conservação das sementes e que o ambiente da cidade de Patos - PB, propiciou o melhor armazenamento.

Foi estudado também a qualidade fisiológica durante o processo de secagem e determinou-se as curvas de equilíbrio higroscópico do gergelim para as temperaturas de 20, 30 e 40°C e umidades relativas de aproximadamente 17, 29, 50, 70 e 88%. Com os dados experimentais foram testados as equações de Henderson modificada, Henderson modificada por Cavalcanti Mata e Chung-Pfost. Tendo-se concluído que a secagem natural não provocou danos significativos a qualidade fisiológica da semente, apesar de uma diminuição da germinação e vigor provocada pela possível dormência pós- maturação fisiológica. No estudo do equilíbrio higroscópico, verificou-se que o equilíbrio foi atingido mais rapidamente para a temperatura de 40°C e que o modelo matemático que melhor ajustou-se aos dados experimentais foi a equação de Henderson modificada.

ABSTRACT

The post-harvest techniques are applied to maintain the products quality until it arrives to the consumer. With the objective to determine the ideal harvest moment and the later accompaniment of the physiological quality of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.), during a period of thirteen months, stored in three packaging types (paper bag, towel bag and metallic container) and in three environments (drying chamber, Campina Grande city (Paraíba state) and Patos city PB), was set up a field and laboratory experiment with the culture CNPA G₃. Used was the entirely casual statistical outlining, placed in a factorial 3 x 3 x 8, with four repetitions. The evaluations were made by standard germination and vigour tests and by determination of moisture content and dry matter. After the physiological maturing the seeds presented dormancy. At the end of the experiment was found out that the physiological quality of the sesame seeds was affected during the storage. The metallic container packaging was the most appropriate to conserve the seeds and the environment of Patos city PB allowed the best storage.

Also was studied the physiological quality during the drying process and determined the hygroscopic equilibrium curves of sesame for the temperatures of 20, 30 and 40 °C and relative humidity of approximately 17, 29, 50, 70 and 88 %. With the experimental data were tested the equations of Henderson modified, Henderson modified by Cavalcanti Mata and Chung-Pfost. It was concluded that the natural drying didn't cause significant damage on the physiological quality of the seed, although a reduction of the germination and vigour caused by a possible dormancy after the physiological maturing. Studying the hygroscopic equilibrium, it was verified that the equilibrium was reached most quickly at a temperature of 40 °C and that the mathematical model with the best adjustment to the experimental data was the equation of Henderson modified

APRESENTAÇÃO

Gergelim (*Sesamum indicum* L.) vem sendo cultivado no centro-sul do Brasil, especialmente no estado de São Paulo, há mais de 40 anos, com objetivo de produção de óleo.

Na região nordeste esta oleaginosa passou a ser cultivada comercialmente a partir de 1986, quando foram desenvolvidos projetos de pesquisa, especialmente no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, visando apresentar ao segmento agro-industrial oleaginoso, uma alternativa para redução da produção do algodão nordestino (Beltrão, 1994), provocada principalmente pelo baixo valor pago pelo produto atualmente.

Os grãos de gergelim são usados para fins alimentares e medicinais, sendo fonte de excelente óleo, farinha, farelo, tortas e produtos de confeitaria (Godoy et al., 1985 e Savy Filho et al., 1988). Outra maneira bem popular da utilização dos grãos de gergelim é como confeito no pão de hambúrguer.

A demanda por maior desenvolvimento tecnológico dessa cultura já é significativa e aumenta paulatinamente. No tocante a região nordeste, as pesquisas realizadas com gergelim são quase inexistentes. Portanto com o presente trabalho pretende-se gerar os conhecimentos necessários que possibilitem progressos na melhoria e qualidade da semente de gergelim.

Sabe-se que toda semente destinada ao plantio deve ser cuidadosamente colhida, beneficiada e conservada para que não sofra alterações de qualidade fisiológica durante o armazenamento. Isto deve-se ao fato de que as sementes após colheita nem sempre apresentam um teor de umidade adequado para um armazenamento seguro, necessitando de secagem. Outro aspecto importante para manter a boa qualidade das sementes é o conhecimento de suas propriedades físicas. Do ponto de vista da secagem, o conhecimento do teor de umidade de equilíbrio é um dos principais fatores para o sucesso do processo.

Com base nessas considerações, o presente trabalho foi direcionado ao estudo de fatores que possam gerar subsídios para uma melhor exploração dessa cultura no estado da Paraíba. E para uma melhor apresentação da pesquisa, dividiu-se o trabalho em dois capítulos: No primeiro é mostrado o ponto ou intervalo de colheita ideal e a qualidade fisiológica em sementes de gergelim ao longo do armazenamento, por serem fatores fundamentais para o sucesso econômico da cultura, e o posterior acondicionamento e armazenamento das sementes, em distintos ambientes. No segundo é apresentado a influência da secagem natural na qualidade fisiológica do gergelim e determinou-se a umidade de equilíbrio das sementes desta cultura, para diferentes temperaturas e umidades relativas do ar.

CAPÍTULO 1

Ponto ideal de colheita e qualidade fisiológica em sementes de gergelim ao longo do armazenamento

1.1 INTRODUÇÃO

O momento adequado para a colheita de sementes seria logo após o ponto de maturidade fisiológica, porém o elevado teor de umidade das sementes nessa época, causa perdas significativas em quantidade e qualidade. Por outro lado, atrasos na colheita podem comprometer a qualidade das sementes por infestação de carunchos no campo, por degrana natural, a exemplo do gergelim, por elevação do nível de infecção das sementes por patógenos, por germinação em campo, perda da capacidade germinativa e vigor. Assim, a colheita deve ser realizada tão logo o campo apresente condições adequadas a sua execução. (Lollato et al., 1993)

A manutenção da qualidade das sementes, durante o período de entre-safra, tem sido objeto de estudos principalmente em função de tipos de embalagens e das condições de armazenamento.

Com relação a conservação de sementes de gergelim, pode-se dizer que as mesmas perdem rapidamente a viabilidade quando manipuladas e armazenadas sem os devidos cuidados. Atraso na colheita, danos mecânicos na batedura, alta umidade e alta temperatura de armazenamento, parecem ser os principais fatores que afetam sua longevidade.

O conhecimento antecipado da qualidade das sementes, antes da realização da sementeira, é o caminho correto e seguro para evitar-se prejuízos financeiros, decorrentes da emergência falha ou desuniforme. Esse tipo de fracasso em lavouras é frequente no Brasil, devido a utilização de sementes de qualidade desconhecida, desprovidas de informações sobre germinação. Esta informação, contudo, poderá r

obtida através da análise de sementes, cujo objetivo principal é possibilitar ao agricultor semear com segurança. Desta forma a análise de sementes apresenta-se como um instrumento de fundamental importância para o produtor de sementes, na aferição das técnicas empregadas nas diversas etapas do processo de produção, evidenciando falhas ocorridas nas vistorias de campo, nas regulagens das máquinas, no beneficiamento, na secagem ou nas condições de armazenamento, que podem comprometer a qualidade das sementes.

Levando em consideração os fatos acima expostos, foi estudado neste capítulo a qualidade fisiológica em sementes de gergelim, cultivar *CNPA- G₃*, desde o período após a antesis até o 13^o mês do armazenamento.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Determinar o intervalo ideal de colheita do Gergelim CNPA G₃, desde o período após a antesis até a maturação fisiológica. Estudar o comportamento da qualidade de sementes de gergelim, acondicionadas em saco de papel, saco de pano e lata metálica armazenadas em condições controladas de Câmara Seca, Campina Grande - PB e Patos - PB, durante 13 meses de armazenamento.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Avaliar a qualidade fisiológica das sementes de gergelim para obtenção do ponto ou intervalo de colheita ideal, através dos testes de germinação e vigor e da determinação do teor de umidade e matéria seca; desde o período após a antesis até a maturação fisiológica.

b) Avaliar a qualidade fisiológica do gergelim acondicionadas em saco de papel, saco de pano e lata metálica, nas condições ambientais de Campina Grande - PB e Patos - PB e Câmara seca, durante 13 meses de armazenamento, através dos testes de germinação e vigor e da determinação do teor de umidade e matéria seca.

1.3. REVISÃO DE LITERATURA

1.3.1 Origem e descrição geral da cultura

Existem controvérsias, com relação a origem do gergelim (*Sesamum indicum* L.). Mazzani (1983), cita que Hildebrandt após estudar a morfologia e fisiologia desta cultura, concluiu que as primeiras variedades de gergelim surgiram na África, tendo daí emigrado para a Ásia.

O gergelim pertence a família das Pedaleaceae (Brasil, 1992), suas sementes são muito pequenas, achatadas, de coloração variando do branco ao preto. Sendo cultivada em quase todos os países de clima quente (Silva, 1983), apesar de ser considerada uma planta tropical e subtropical, é também cultivada em zonas temperadas (Beltrão et al., 1994). Esta versatilidade de adaptação a climas bem distintos é atribuída a grande variedade de ecotipos bem adaptados às suas localidades, sendo distinguidos cerca de 118 tipos cultivados, cada um deles com dezenas de cultivares, os quais se diferenciam por variantes genéticas (Mazzani, 1983).

As temperaturas ótimas para o crescimento do gergelim está entre 25 a 27°C, inclusive para germinação das sementes, pois temperaturas baixas, além de retardar o crescimento e o desenvolvimento das plantas, reduzem a qualidade do óleo, interferindo negativamente nos teores de sesamina e sesamolina (Beroza e Kinman, 1955). Com relação as precipitações pluviais, o gergelim necessita de 400 a 650mm, bem distribuídas, sendo que no primeiro mês de vida esta pedaliácea requer de 160 a 180mm (Peixoto, 1970; Weiss, 1971 e Mazzani, 1983).

Em se tratando de solo, Conéchio Filho e Tella (1957) recomendam que o gergelim deve ser cultivado em solos férteis, enxutos e deve-se evitar os solos muito argilosos e compactos. Beltrão et al. (1991) recomendam para as condições da Paraíba, solos de textura areno-siltoso. No nordeste o mesmo autor orienta o plantio em solos das regiões semi-áridas, por exemplo, os solos do sertão, cariri e agreste.

As cultivares de gergelim podem ser diferenciadas por vários atributos como altura, ciclo, coloração do caule e das sementes e do tipo de ramificação (Beltrão et al., 1994). Nas condições brasileiras, paulistas especialmente, as opções de variedades não são grandes. Existem três variedades, *Venezuela 51*, *Morada e IAC - ouro*, (Passos e Conéchio, 1981). Já no nordeste brasileiro existe as cultivares: *Seridó 1*, *CNPA - G₂*, *CNPA T-85*, *CNPA - aceitera e CNPA - G₃*, , todas produzidas pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA em Campina Grande - Pb. Para o clima semi-árido, com baixa precipitação pluviométrica, Beltrão et al. (1991) recomendam as cultivares de ciclo de 90 dias após o cultivo do arroz, feijão e batatinha, para as regiões fisiográficas do cariri e agreste. Para regiões de menor risco de seca, o mesmo autor indica o plantio de cultivares de ciclo tardio, ao passo que nas regiões de maior risco são recomendadas as cultivares precoces.

Segundo estudos realizados por Seguy et al. (1984), num solo seco deve-se fazer a trituração e a pré-incorporação dos restos culturais e plantas daninhas com o uso de grade que não seja aradora, após essa operação, realiza-se uma aração com profundidade de 20 a 30 cm, e no início das chuvas, realiza-se o plantio, no período seco. Para solos úmidos recomenda-se o uso de grade niveladora. Após 7 a 15 dias realiza-se uma aração profunda, dependendo do tipo e da profundidade do solo, pode-se usar arado de aiveca.

O gergelim é uma planta esgotante do solo, pois a cada 1000 Kg de sementes produzidas, são extraídos do solo, em média, 30 Kg de potássio (Prata, 1969). Por isto Conéchio Filho e Tella (1957), aconselham a semeadura do gergelim em terreno que tenha sido adubado no ano anterior. O efeito da adubação no rendimento foi estudado por Mazzani e Allievi (1969), que verificaram após seis anos um rendimento em torno de 20%, em relação ao tratamento não adubado.

A época de plantio recomendada por Franco (1970), para as cultivares de ciclo longo é no início das chuvas. Para as cultivares de ciclo curto deve-se realizar o plantio quando o período chuvoso estiver fixado. Em qualquer situação, o agricultor deverá definir o plantio, de modo que o amadurecimento e a colheita das

plantas ocorram em período seco, para evitar a depreciação das sementes, devido à incidência de chuvas sobre as capsulas, o que torna as sementes enegrecidas, com coloração fora de padrão aceitável, especialmente para exportação.

O desbaste deve ser feito em duas etapas: a primeira, logo que as plantas tenham quatro folhas, deixando-se quatro a cinco plantas por unidade de espaçamento dentro da fileira, e a segunda quando as plantas alcançarem cerca de 10 a 15 cm de altura, deixando-se uma ou duas plantas por unidade de densidade de plantio (Franco, 1970).

Segundo Beltrão et al. (1991), as principais pragas do gergelim constatadas em campos de produção de sementes do CNPA e lavouras dos produtos são; lagarta enroladeira, saúvas, pulgão, cigarrinha verde e a vaguinha amarela. A cultura do gergelim é susceptível ao ataque de várias doenças (Franco,1970). A cercosporiose é apontada por Conechio Filho e Tella (1957), como a principal doença e recomendam como combate, a rotação de culturas.

O gergelim completa o seu ciclo entre 3 a 6 meses, dependendo da cultivar e das condições ambientais (Beltrão et al., 1994). A colheita dessa oleaginosa, é uma das fases que requer mais cuidados, pois a maioria das cultivares apresentam frutos deiscentes. No momento da colheita, as capsulas devem estar maduras, mesmo ainda sem se abrirem de vez , pois, quando abertas, as sementes caem no chão e são perdidas, promovendo redução no rendimento final (Franco, 1970; Justice e Bass, 1978, Beltrão et al., 1994). Segundo Silva (1983), para realização de uma boa colheita deve-se considerar os seguintes aspectos: saber a duração do ciclo da cultivar; determinar a época do corte em função da ocorrência do amarelecimento das folhas, hastes e frutos e observar o momento do início da abertura dos frutos da base das hastes, nas cultivares deiscentes, que indica o momento exato de se iniciar a colheita.

A operação de colheita pode ser manual ou mecânica. Na colheita manual, as plantas devem ser cortadas na base e amarradas em feixes pequenos para, posteriormente, serem retiradas as sementes, as quais, depois de colhidas, devem

ser expostas ao sol para completar a secagem (Beltrão et al., 1994). Ainda segundo este autor a exposição das capsulas abertas a chuvas provoca o escurecimento das sementes e depreciação do produto, em termos comerciais. Para se evitar isto, deve-se sincronizar a época de plantio com ciclo da cultivar, de modo a se efetuar a colheita na época de estiagem. Após a operação de secagem, recolhe-se as sementes, faz-se uma abanação e se coloca o lote para secagem ao sol.

1.3.2 Produção, importância econômica e utilização do gergelim

No mundo, o gergelim é considerado a nona oleaginosa mais cultivada, apesar da sua baixa produtividade. Estima-se que a área cultivada mundialmente, em 1985, era de 6,67 milhões de hectares, com produtividade de 353 Kg/ha de sementes. É cultivado em 65 países localizados nas zonas tropicais, sendo: 24 na Ásia, 21 na África, 15 na América Central e do Sul e 5 na Europa. A Índia é o maior produtor mundial, seguida da China, Nigéria, Burma, Sudão, México e Venezuela (Montilla et al., 1990). O volume de óleo de gergelim produzido, em 1983/84, foi estimado em 700 mil toneladas métricas, quantidade inferior a 19,34 e 7,9 vezes a produção da soja e girassol, respectivamente (Beltrão et al., 1994).

Todas as cultivares de gergelim desenvolvidas pelo CNPA - Campina Grande - PB, possuem potencial genético de produção de até 2.000 Kg/ha, em condições irrigadas e de 500-1000 Kg/ha em condições de sequeiro. A produtividade estimada para as cultivares Seridó 1 e CNPA G-2 é de 600 Kg/ha sem adubação e de 1000kg/ha com adubação.

O gergelim é considerado um alimento de excelente qualidade para o homem e animais domésticos não ruminantes, pois possui altos teores de ácidos graxos insaturados no óleo e de proteína digestiva. Segundo Weiss (1971 a), para uma quantidade de 100g de sementes, são encontrados em média 18,6% de proteína e 49,1% de óleo. Ao comparar o óleo do gergelim com óleos derivados de milho, algodão, oliva, soja e amendoim, Beltrão et al. (1994), confirmou os altos

teores de ácidos graxos insaturados e sua semelhança com os melhores óleos comestíveis. Este óleo possui grande resistência à rancificação por oxidação. Atribui-se esta propriedade ao sesamol, que está presente no óleo até a concentração máxima de 0,2% (Franco,1970).

Quanto a sua utilização a nível industrial, o gergelim pode ser consumido como doces, balas, farelo e óleo. A nível de propriedade ou artesanalmente , podem ser produzidos espécies, gersal, cocada, tijolinhos, fubá e pé-de-moleque.

1.3.3 Ponto ideal de colheita

A qualidade das sementes e grãos depende, além do processamento propriamente dito, de numerosos fatores como: genético, variedade, clima, solo, tratamento fitossanitário, etc., que ocorrem antes dele ser executado, isto é, durante sua formação e crescimento. Tais fatores são considerados de importância vital para garantir a comercialização desses produtos e para permitir a obtenção de uma boa qualidade. De forma que condições de colheita, manuseio, acondicionamento, armazenamento e processamento dependem diretamente das características específicas de cada produto.

De modo geral, o agricultor que há muito vem explorando uma lavoura pode afirmar, na prática, qual a época exata de colheita, isto ele o faz, em geral, baseado nos números de dias decorridos desde a floração até o tamanho normal da semente e pela coloração do fruto. Entretanto, estas técnicas empíricas para se conhecer o ponto ideal de colheita leva a erros, pois estão sujeitas as variações climáticas. No gergelim, por exemplo, um atraso na colheita pode levar a grandes perdas.

A maturação ocorre na vida da semente, quando o seu desenvolvimento completo é atingido. Após a maturação, não há mais ganho de matéria seca. Fisiologicamente maduras as sementes apresentam o máximo de matéria seca, germinação, vigor e o mínimo de deterioração.

O ponto de maturação é decisivo para a vida da semente ir da colheita ao plantio subsequente, bem como em relação ao seu potencial de armazenamento. Assim, é importante caracterizar o momento exato da colheita.

Desta forma Carvalho e Nakagawa (1988) dizem que o momento adequado para a colheita de sementes é logo após o ponto de maturidade fisiológica, mas alerta para a delicadeza do problema ao referir-se que neste ponto a semente apresenta elevado teor de umidade, que pode causar perdas significativas em quantidade e qualidade. Por isto a determinação do ponto ou intervalo adequado de colheita é questão delicada e fundamental para o sucesso econômico da cultura. Em se tratando do gergelim, como já referenciado, a colheita é uma das fases que requerem mais cuidado, pois a maioria das cultivares, apresenta frutos deiscentes; por isto a colheita precisa ser realizada dentro de um período bem definido e curto, antes que as plantas estejam completamente maduras, para evitar sérias perdas de produção. (Franco, 1970). Essas perdas foram estimadas por Weiss (1971b), em torno de 20 a 50%, dependendo do cultivar e ano agrícola.

Sobre o assunto, Rosseto et al. (1994), ressaltam que colheitas realizadas em épocas inadequadas podem levar a consideráveis perdas em quantidade e qualidade de sementes. Colheitas precoces resultam em ponderáveis quantidades de sementes inaturas e mal formadas, assim como colheitas tardias podem conduzir a maior intensidade de deterioração de sementes (Carvalho et al. 1976). O elevado grau de umidade do solo, em virtude de ocorrências de possíveis chuvas, pode danificar severamente as sementes (Toledo e Marcos Filho, 1977), produzindo danos e reduzindo a qualidade, ocorrendo até germinação das mesmas nas vagens (cápsulas), com a conseqüente deterioração das sementes durante o armazenamento (Savy Filho e Lago, 1985).

A medida que se retarda a colheita, ocorrência de chuvas aliadas a altas temperaturas e elevada umidade das sementes, diminui a qualidade das sementes pelas suas sucessivas retrações e entumecimentos (Queiroz, 1978; Costa, 1979; Póla, 1979; Delouche, 1980; Tekrony et.al, 1980; Severo e Lin, 1981; Singh e

Gupta, 1982; Pereira, 1982; França Neto e Kryzanowski, 1990; Bracini et al, 1993 e Ahrens e Peske, 1994a).

Sheelavantar et al.(1980), observaram que colhendo-se no mesmo período cápsulas e sementes de gergelim, cultivar C-50, a produção de matéria seca, peso de 1000 sementes e a matéria seca de sementes por cápsula, foi máxima entre 7 e 28 dias após a fertilização. A germinação de sementes apenas ocorreu 20 dias após a fertilização, sendo que a máxima germinação (98%), foi alcançada após 56 dias, quando a semente se encontra com o teor de umidade de 39%.

Na Venezuela Mazzani e Allievi (1966), pesquisando sobre a influência do ponto ideal de colheita no rendimento do gergelim, verificaram que o máximo rendimento e tamanho do grão foram atingindo aos 97 dias após a semeadura na cultivar *Glauca* e aos 89 dias no *Aceitera*. Observaram também que as reduções em produção devido as diferenças de apenas poucos dias antes ou depois do período ótimo de colheita foram surpreendentemente grandes. Por exemplo, na cultivar *Glauca*, uma antecedência de três dias ou um retardamento de quatro dias causaram perdas de produção, em relação ao ponto ótimo (97 dias), de 38,6 e 32,7%, respectivamente.

No Brasil, Savy Filho et al. (1983) e Savy Filho et al. (1988), estudando a época de colheita ideal do gergelim, cultivar *IAC ouro*, contataram que a época de colheita pode variar de 95 a 115 dias após a emergência. A fase inicial é caracterizada pelo amarelecimento e queda das folhas, e as seguintes pela deiscência natural dos frutos e degrana natural das sementes.

Lago et al. (1994), realizaram por 2 anos consecutivos experimento objetivando avaliar a época de colheita do gergelim, *IAC-ouro*. Colhendo frutos em intervalos de cinco dias, de 85 até 120 dias, verificaram que a umidade dos frutos e sementes no início foi muito alta, tanto no primeiro como no segundo ano agrícola, sendo de 74 e 55%, respectivamente. Aos 85 dias a umidade decresceu de forma lenta e gradual até os 110 dias e mais acentuadamente, daí em diante até os 120 dias, quando esses valores foram de 29,6 a 15,6%, respectivamente. Os autores

concluíram que as épocas ótimas e práticas de colheita do gergelim *IAC - ouro*, nas quais ocorreram maiores produções de sementes e menores perdas por degrana foram aquela entre 90 e 95 dias após a emergência no primeiro ano agrícola e entre 100 e 105 dias no segundo ano agrícola.

Em continuação do trabalho anterior, (Lago et al., 1994), armazenaram as sementes em ambiente de umidade relativa do ar e temperatura não controlados e verificaram que as sementes colhidas nos intervalos ótimos, após secagem, exibiram logo após a colheita e ao longo de oito meses de armazenamento de bons a excelentes índices de emergência em casa de vegetação.

Rosseto et al. (1994), estudando o efeito do momento de colheita e da calagem na qualidade fisiológica em sementes de amendoim, verificaram que a máxima qualidade fisiológica das sementes foi observada aos 129 dias, tanto na presença como na ausência de calcário, embora pelo aspecto visual das vagens e das sementes a maturidade ocorra em torno dos 115 dias.

Quando a colheita do gergelim é realizada com base no ponto de maturação fisiológica da semente, outro problema que poderá surgir é a dormência da semente. Essa dormência irá refletir na menor capacidade germinativa do material recém colhido e, para superar tal fenômeno, é recomendável utilizar algum método para quebrar a dormência, principalmente quando se tem por objetivo o uso imediato da semente para plantio. Ashri e Palevitch (1979), trabalhando com gergelim, cultivar mexicana *Cola de Borrego*, encontraram sementes dormentes, mas tal fenômeno desapareceu 6 meses após a colheita. A dormência foi completamente quebrada por embebição de sementes em soluções de GA₃ de 100 e 500ppm durante 48 horas. A embebição na concentração de 1000ppm de GA₃ não foi satisfatória como os tratamentos de 100 e 500ppm. O GA₃ também acelerou a emergência das plântulas.

1.3.4 Germinação

A germinação é um processo que caracteriza-se pelas atividades desenvolvidas na semente pelo embrião. O ciclo dessas transformações inicia-se com o plantio e finda-se quando a planta emerge. A germinação é ainda entendida por Carvalho e Nakagawa (1988), como sendo um fenômeno pelo qual, sob condições ideais, o eixo embrionário dá prosseguimento ao seu desenvolvimento, o qual tem sido interrompido por ocasião da imaturidade fisiológica.

Segundo Popinigis (1985), os processos fisiológicos do crescimento do embrião exigem atividades metabólicas aceleradas, e a fase inicial de germinação consiste na ativação desses processos pelo aumento do teor de umidade e da atividade respiratória da semente. Abeas (1987), cita que solos muito secos e muito úmidos ou temperatura baixa levam a morte da plântula por dessecação ou asfixias.

Para que o processo de germinação ocorra, determinadas condições devem ser satisfeitas: a semente deve ser viável, está livre do processo de dormência e as condições ambientais (água, temperatura, luz e oxigênio) devem ser favoráveis (Millan,1976; Popinigis,1985; Marcos Filho, 1986; Carvalho e Nakagawa, 1988 e Brasil ,1992).

Estudos sobre maturação fisiológica das sementes desenvolvidos por Smith, citado por Popinigis (1985), informam que a habilidade de uma semente de manter a capacidade germinativa depende primeiramente da estrutura da camada envolvente, a casca e a natureza da substância que nela está contida. As sementes oleaginosas não resistem tanto quanto aquelas em cujo albúmen predomina a amido.

Segundo Brasil (1992), Dias e Crochemore (1993), o primeiro atributo da qualidade fisiológica a considerar-se em um lote de sementes é a percentagem de germinação, que representa a capacidade da semente em dar origem a uma plântula normal. Assim, toda semente destinada ao plantio deve ser cuidadosamente beneficiada e conservada durante o período de armazenamento, até o momento de sua utilização, para garantir a preservação de sua qualidade fisiológica (Delouche e

Potts, 1968; Cerqueira e Costa, 1981; Pelegrini, 1982). Sobre o assunto, Popinigis (1985), adverte que a qualidade da semente não melhora durante o armazenamento e, por isso, ao ser colocada no armazém, a qualidade inicial é o fator fundamental na conservação da germinação e do vigor.

O teste padrão de germinação é a análise mais comum e frequente para a determinação da qualidade fisiológica de sementes, sendo, o seu procedimento, padronizado, o que o torna a mais importante informação para fins de comercialização de sementes (Martins, 1994). Mas apesar desse teste ser universalmente usado e aceito como teste de qualidade das sementes, muitos pesquisadores entre eles, Bird e Delouche (1971), Coelho (1974), Rossi e Roa (1980) e Popinigis (1985), relatam que esse teste tem se mostrado insatisfatório para avaliar a qualidade fisiológica das sementes e Delouche e Baskin (1970) atribuem a inadequação a duas causas principais:

a) o teste de germinação é refinado e realizado de maneira a obter o máximo de germinação, fornecendo às sementes as condições ideais de temperatura e umidade, contribuindo para que as sementes fracas, não vigorosas, participem do percentual final de germinação.

b) Dificilmente existe igualdade entre os valores de germinação obtidos em laboratório com as plântulas emersas em campo, pois no campo as condições normalmente são adversas em maior ou menor grau.

Brasil (1992), relata que estudos sobre a germinação e métodos de análise em laboratórios, efetuados sob condições controladas, têm sido conduzidos no sentido de se obter uma germinação mais completa dos diversos tipos de sementes. Entretanto algumas espécies apresentam o fenômeno da dormência nas sementes, não permitindo uma completa expressão de sua germinação potencial.

Almeida (1981), armazenando sementes de algodão sob diferentes condições controladas de temperatura (20, 30 e 40°C) e umidades relativas (26, 29, 50, 72 e 91%), por um período de 150 dias, verificou que em todas as condições houve perda de germinação durante o período de armazenamento e que a redução

mais acentuada ocorreu para a maior umidade relativa (91%). Sendo as temperaturas de 20 e 30°C e umidades relativas entre 50 e 70%, as condições em que a viabilidade das sementes apresentaram, em valor absoluto, a menor redução de germinação. E ainda que para todas as faixas de umidades relativa estudadas, quanto menor a temperatura, menor a queda de germinação e vigor das sementes.

Moraes (1996), estudando a qualidade fisiológica de sementes de amendoim acondicionadas em três embalagens e armazenadas em duas microrregiões do estado da Paraíba, verificou que as sementes armazenadas fora do fruto apresentaram maiores perdas, com uma diferença de quase 22% de germinação em valores absolutos e uma perda relativa de 45,4% em relação as sementes armazenadas dentro do fruto. Constatou ainda que, o tipo de embalagem tem influência na perda de germinação, as sementes acondicionadas em embalagens de alumínio apresentaram uma perda de germinação menor que as sementes acondicionadas em saco de algodão.

Estudos realizados na Venezuela por Prieto e Leon (1976), com o objetivo de verificar a influência das condições controladas (50% UR e 18 °C) e das condições ambientais, durante 360 dias, sobre a germinação de gergelim, variedade *Aceitera*, constataram através do teste de substrato de areia e papel de filtro, uma diminuição da germinação dos 160 aos 360 dias de armazenamento. Verificando que no ambiente controlado a germinação foi superior ao ambiente não controlado em 5%.

Azevedo (1994), armazenou sementes de gergelim, cultivar *CNPA-G₂*, durante 6 meses, em diferentes embalagens (saco de papel, saco de plástico e lata metálica) e diferentes condições de armazenamento (controlada - 10°C e 35% UR e condições ambientais de Campina Grande - PB), e constatou através do teste de germinação que as sementes de gergelim podem ser armazenadas por um período de 6 meses, para as condições estudadas, sem prejuízo na sua qualidade fisiológica, no que diz respeito a germinação. O mesmo não foi observado por Gomes (1992), quando utilizando as mesmas condições de armazenamento e embalagem em

sementes de algodão, verificou após 12 meses de armazenamento que independentemente das condições estudadas, a germinação das sementes decresceu significativamente.

Estudando a germinação de sementes de Pau de balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav.) Urb.), Martins Netto (1994), realizou teste de germinação em diferentes temperaturas (20, 25, 30, 20-30 e 25-35⁰C) e substratos papel de filtro, areia, vermiculita e rolo de papel e utilizando escarificação mecânica, embebição em água oxigenada e água fervente, como métodos de superação de dormência; a autora verificou que grande percentagem de sementes não germinadas no final do teste de germinação, no 60^o dia, porém apresentaram-se potencialmente viáveis pelo teste do tetrazólio, realizado nessas sementes. Atribuindo ainda a perda do teor de umidade, quando da retirada das sementes do fruto, como causadora de uma possível dormência tegumentar que possivelmente teria provocado o maior número de sementes não germinadas.

No que diz respeito à faixa de temperatura de máxima germinabilidade, esta varia para diferentes sementes. Normalmente dentro desta faixa existe uma temperatura ótima, acima e abaixo da qual a germinação é atrasada, porém não interrompida. A temperatura ótima é portanto, aquela na qual se verifica máxima porcentagem e velocidade de germinação (Mayer e Poljakoff Mayber, 1989).

Sobre a influência da temperatura no processo de germinação, Cavalcanti e Perez (1995), verificaram que sementes de *Leucaena leucocephala* (LAM)), tratadas com H₂SO₄ e submetidas a uma temperatura de 85⁰C por um período de 24 horas, apresentaram 9,5% de germinabilidade, enquanto que sementes expostas a temperatura de 50⁰C, no mesmo tempo, apresentaram uma germinabilidade de 99,0%. Esses pesquisadores concluíram que a germinação dessa espécie se verifica em uma ampla faixa de temperatura, com temperatura ótima em torno de 30⁰C. Estudo similar foi desenvolvido por Maeda e Coelho (1995), com sementes de framboesa (*Rubus idaeus* L.), que constataram como melhor condição de germinação para essas sementes, a temperatura constante de 20⁰C.

Estudando o efeito do momento de colheita e da calagem na qualidade fisiológica do amendoim Rosseto et al. (1994), constataram através de determinações logo após a colheita e após seis meses de armazenamento que a percentagem de germinação sofreu efeito de interação (calagem e época de colheita) em ambas avaliações. Imediatamente após a colheita, na ausência de calcário, a germinação das sementes foi crescente dos 87 aos 108 dias após a semeadura, mantendo-se constante até os 129 dias, para depois decrescer. No entanto, na presença de calcário, já a partir dos 94 dias a porcentagem de germinação foi alta e manteve-se até aos 129 dias de semeadura. Concluindo ainda que os valores de percentagem de germinação obtido aos seis meses foram inferiores àqueles obtidos logo após a colheita.

1.3.5 Vigor

Toledo e Marcos Filho (1977); Almeida (1981) e Popinigis (1985) reconhecem que embora o conceito de vigor tenha sido estabelecido há alguns anos, nenhuma definição até hoje proposta foi universalmente aceita existindo portanto diferentes conceitos.

Para Delouche e Caldwell (1960), vigor é a soma de todos os atributos da semente, que favorecem o estabelecimento rápido e uniforme de uma população inicial no campo, ainda segundo Delouche e Potts (1968), vigor e deterioração estão intimamente ligados, pois o ponto máximo de vigor das sementes é de mínima deterioração.

Vigor, para Perry (1972) é uma característica fisiológica determinada pelo genótipo e modificada pelo ambiente, que governa a capacidade de uma semente de produzir rapidamente uma plântula no solo, e o limite ao qual a semente tolera uma gama de fatores ambientais. A influência do vigor da semente pode persistir através da vida da planta e afetar a produtividade. Assim, Toledo (1977) e Nakagawa et al.

(1980), dizem que o vigor transcende a fase de estabelecimento do *stand*. Sementes vigorosas são capazes de germinar mais rapidamente em condições de campo e originar plantas bem desenvolvidas, mais competitivas e resistentes as adversidades ambientais, com maior capacidade de produção (Castro, 1994).

O conceito de vigor pode ser considerado primeiramente como o potencial máximo para o estabelecimento da plântula e secundariamente, como a diminuição potencial daquele máximo até que a semente morra, isto é, tem um potencial de estabelecimento igual a zero. O máximo é fixado pela constituição genética da planta, e normalmente é atingido por parte de cada população de sementes (Pollock e Ross, 1972)

Heydecker (1972), classificou as causas das diferenças de vigor entre as sementes como de origens: genética, fisiológica, mecânica e microbiológica. A imaturidade das sementes é apontada por este pesquisador como uma razão fisiológica da diferença de vigor.

O nível de vigor das sementes influi decisivamente sobre o processo de germinação, quer retardando-o, quer provocando o aparecimento de plântulas anormais, quer impedindo a germinação. Dessa forma Isely (1957 e Sasseron (1980) afirmam que a queda do vigor das sementes é a manifestação mais comum de deterioração.

O processo de envelhecimento, cuja causa básica, ainda não é bem conhecido apresenta características específicas do nível em que se examina. Sobre o assunto Vieira e Carvalho (1994) fazem uma revisão em que esses níveis seriam os seguintes: de população, de sementes, de tecido, de célula, genético e da molécula. E para uma visão global do processo cada um desses planos em que o envelhecimento ocorre deve ser analisado separadamente. Assim, como o conhecimento dessas mudanças se aplica na elucidação dos mecanismos do envelhecimento e no desenvolvimento de métodos para avaliação do vigor de sementes.

Várias são as classificações atribuídas aos testes de vigor. Para Iselly (1957); Camargo e Vechi, (1971) estes testes dividem-se em duas categorias:

- a) Diretos: as condições de campo são simuladas em laboratório.
- b) Indiretos: medem, em laboratório alguns fatores físicos, fisiológicos, químicos e bioquímicos da semente.

Sobre o assunto Vieira e Carvalho (1994), indicam que com relação às dificuldades de uso, segundo a ISTA e a AOSA, os testes mais convenientes no momento são:

- ISTA (Vieira e Carvalho, 1994):

Taxa de crescimento de plântulas
Classificação do vigor de plântulas
Envelhecimento acelerado
Teste frio
Teste do tijolo moído ou de Hiltner e Ihssen
Teste de deterioração controlada
Tetrazólio,
Condutividade elétrica
Tetrazólio da camada de aleurona

- AOSA (Vieira e Carvalho, 1994):

Classificação do vigor de plântulas
Taxa de crescimento de plântulas
Envelhecimento acelerado
Teste frio,
Germinação a temperatura subótima,
Tetrazólio
Condutividade térmica

Camargo e Vechi (1971), sugerem a primeira contagem, que é um teste conduzido juntamente com a germinação, como um dos testes que podem ser realizados em laboratórios, dando um bom indicativo do vigor das sementes, principalmente se o lote possuir baixo vigor.

× Gurjão (1995), estudando a viabilidade de sementes de amendoim armazenadas em sacos de aniagem, durante dez meses de armazenamento, constatou uma redução de 24,3% no vigor das sementes, dado pela primeira

contagem da germinação, entre o período inicial e final do armazenamento, sendo as maiores reduções (8,9%) ocorridas entre o inicial e o segundo mês de armazenamento. Sendo ainda observada uma redução de 14,96% entre o segundo e oitavo mês e de 5,6% entre o sexto e o décimo mês.

× Dutra (1996), objetivando uma avaliação da qualidade da semente de algodão herbáceo armazenadas em diferentes umidades (9,0; 11,6; 12,6; e 15,5), por um período de dez meses, em três embalagens (saco de papel, pano e lata); evidenciou através dos testes de primeira contagem da germinação, peso de matéria fresca de plântulas, peso de matéria seca de plântulas e teste de envelhecimento precoce, que a umidade que melhor manteve a qualidade fisiológica das sementes foi a de 9,0%.

Moraes (1996), avaliando a qualidade de sementes de amendoim, armazenadas dentro e fora do fruto, em condições ambientais de Campina Grande - PB e de Patos - PB, durante 15 meses, verificou que os testes: primeira contagem da germinação, emergência em campo e o índice de velocidade de emergência, correlacionaram-se entre si e com o teste padrão de germinação, com um coeficiente de correlação acima de 80%, sendo considerado como os melhores. A velocidade de emergência em campo correlacionou-se apenas com a emergência em campo e com a matéria seca da parte aérea. Já o comprimento de plântulas correlacionou-se apenas com a velocidade de emergência, com coeficiente de correlação abaixo de 70% e com a matéria seca da parte aérea, com coeficiente abaixo de 80%.

Estudando os índices de vigor em sementes de milho e sua associação com a emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos, Durães et al.(1995), verificaram que o vigor das sementes afetou a emergência em campo e a capacidade das plântulas em acumular matéria seca nos estágios iniciais do crescimento.

1.3.6 Teor de umidade

O teor de umidade, é segundo Puzzi (1986) o fator que governa a qualidade do produto armazenado; por isto deve-se fazer seu acompanhamento da colheita até a última etapa da armazenagem, quando o produto se destina ao comércio, no caso de grãos ou ao plantio quando se trata de sementes.

O tema encontra apoio nas afirmações feitas por Luz et al. (1993), que diz ser de fundamental importância conhecer a quantidade de água contida nas sementes logo após a maturação fisiológica e posteriormente na colheita, secagem, armazenamento e comercialização. Na secagem, o teor de umidade determina a maior ou menor velocidade do processo (Weber, 1995).

Revisando sobre a importância de se conhecer o teor de umidade Almeida et al. (1997), citando Sousa, apresentam as seguintes considerações:

- Na colheita: o teor de umidade determina o ponto de maturação da semente e conseqüentemente o ponto de colheita. Se a semente estiver com alta umidade não deve ser limpa; antes, porém, deve ser seca, até o ponto ideal de umidade, esse procedimento evita assim danos mecânicos nas sementes, que são causados pelas máquinas.
- No armazenamento: altos teores de umidade deterioram as sementes, provocando a perda do seu vigor e poder germinativo.
- Na comercialização: interfere diretamente no peso. Sementes com maior teor de umidade pesam menos quando são usadas medidas de volume, como por exemplo o peso hectolítrico.
- Na embalagem: se houver teor de umidade inadequado, haverá prejuízo da conservação das sementes em qualquer tipo de embalagem, principalmente nas herméticas.

† No controle de insetos e microorganismos patogênicos: altos teores de umidade favorecem o ataque de insetos e microorganismos. Desta maneira evidencia-se segundo Bass (1968), citando Barton, que a manutenção da viabilidade

da semente está intimamente associada ao seu teor de umidade. Sementes sujeitas a variações de umidade deterioram-se mais rapidamente em relação as que permanecem com nível constante de umidade (Delouche, 1976; França Neto, 1984; Popinigis, 1985; Carvalho e Nakagawa, 1988; França Neto e Krzyzanowski, 1990).

Desta forma Weber (1995), diz existir uma relação entre as perdas na lavoura e o teor de umidade e que as perdas são menores a medida em que os grãos colhidos com mais umidade, permanecendo menos tempo na lavoura e, portanto, menos sujeitos ao ataque de insetos e fungos.

† Popinigis (1985) afirma que o conhecimento do teor de umidade das sementes durante a maturação, é de vital importância no planejamento da colheita. O autor menciona que o tempo necessário para que o teor de umidade das sementes diminua de 80% para um nível entre 14 e 20%, varia de acordo com as espécies. Segundo dados obtidos por Delouche (1970), em algodão o período para que o teor de umidade diminua de 80% b.u. (maturação fisiológica) para 15 - 20% b.u. (maturação comercial) é de aproximadamente 50 dias, enquanto que a soja leva, após sua maturação fisiológica, 70 dias para reduzir seu teor de umidade a 20% b.u.

† Desta maneira, à medida que a semente se desenvolve, aumenta em peso, tanto de matéria verde como de matéria seca, até atingir um máximo, após o qual ambos sofrem ligeiro declínio. Ainda, segundo este autor, o ponto ideal de colheita, quando se deseja obter sementes da mais alta qualidade fisiológica, é o ponto de máximo peso de matéria seca, que é também o de máxima germinação e vigor e o de menor deterioração da semente. Esta definição permite afirmar que, uma variação que eleve o teor de umidade, pode em consequência provocar perda de germinação e vigor.

Puzzi (1986) relata que sementes de milho colhidas 50 dias depois da maturação, com 15% b.u. de umidade, perderam 14% de matéria seca e com 25% b.u. de umidade, seis dias após a maturação, a perda foi de apenas 1,5% de matéria seca.

✦ Os teores de umidade indicados para se reduzir ao mínimo as perdas de matéria seca na colheita mecânica da soja e do milho, são respectivamente 18% b.u. e 26% b.u. Já para o armazenamento, a umidade deve ser de 11 a 13% b.u., ou menos, principalmente quando se trata de oleaginosa (Delouche e Potts 1974 e Puzzi, 1986). Entretanto Nakagawa (1987) alerta que a redução de umidade pode causar as sementes susceptibilidade aos danos mecânicos.

✦ Para Carvalho e Nakagawa (1988), a umidade relativa do ar e a temperatura, respectivamente, são fatores ambientais que atuam direto e indiretamente sobre as sementes, aumentando ou diminuindo seu teor de umidade e influenciando no processo de germinação. Este processo é explicado pelo fato das sementes possuírem propriedade higroscópica, ou seja trocam umidade com o meio até atingirem o seu equilíbrio (Baskin, 1969; Popinigis, 1977; Almeida, 1981; Carvalho e Nakagawa, 1988; Gurjão, 1995 e Moraes, 1996. Por isto Carvalho (1994), alerta que todos os problemas relativos á conservação dos grãos armazenados não podem deixar de fazer referência ao teor de umidade.

✦ Para Harrington (1972), o teor de umidade da semente é um dos principais fatores a serem observados no emprego de embalagens impermeáveis. Segundo o referido autor, observações empíricas têm indicado que índices de umidade acima de 12% b.u. para sementes albuminosas e de 9% b.u. para sementes oleaginosas, promovem deterioração mais rápida em embalagens impermeáveis, do que naquelas permeáveis. Mas através de outras pesquisas Harrington (1973) recomenda que para embalagens impermeáveis, o nível de umidade das sementes albuminosas deveria ser mantido entre 6 e 12% e das oleaginosas entre 4 e 9%.

✦ Azevedo (1994), armazenando sementes de gergelim em diferentes embalagens (lata metálica, saco de papel e algodão) e diferentes condições de temperatura e umidade relativa, verificou durante 6 meses que o teor de umidade das sementes sofreu variação ao longo do armazenamento, tendo sido registrado o maior índice no segundo mês (7,2%) e o menor no quarto mês, isto para as sementes armazenadas nas condições ambientais de Campina Grande - PB. Do

quarto mês até o final do armazenamento o teor de umidade sofreu declínio em todas as embalagens estudadas,

✧ Gurjão (1995), avaliando a qualidade fisiológica em sementes de amendoim, de diferentes cultivares, armazenadas durante dez meses, em sacos de aniagem, constatou que o teor de umidade das sementes foi influenciado diretamente pela umidade relativa do ar. Sementes armazenadas inicialmente com 9% b.u. de umidade, após 4 meses apresentavam 5,8% b.u. de umidade, ocorrendo uma redução de 3,2% b.u. em relação ao valor inicial do armazenamento e um posterior aumento de umidade para 5,84% b.u..

Estudando a relação entre a umidade e dano mecânico em sementes de milho durante o processamento Bunch (1960), verificou que sementes processadas com teores de umidade de 14, 16 e 18% b.u., foram menos danificadas que aquelas com teores de umidade de 8, 10, 12 e 20% b.u., indicando uma possível faixa de umidade favorável á debulha mecânica, para aquelas variedades estudadas.

Borba et al. (1995), avaliando durante 10 meses, a qualidade de sementes de milho, *BR -201 fêmea*, debulhadas mecânica e manualmente a diferentes teores de umidades (25; 18,8; 16,5 e 10,9% b.u.), verificaram que a germinação das sementes logo após a colheita foi afetada significativamente pela debulha mecânica, nas umidades de 25 e 18,8% b.u., com decréscimos de 15,6 e 13,5% b.u., respectivamente, em relação a debulha manual. Os autores ainda concluíram que sementes debulhadas mecanicamente com menores graus de umidade apresentaram maiores percentuais de germinação e vigor, independente do período de armazenamento e ainda que a germinação e o vigor são menos afetados quando sementes são debulhadas com menores teores de umidade, recomendando a realização da debulha mecânica quando as sementes atingirem entre 10 a 15% de umidade.

✧ Ahrens e Peske (1994b), estudando as flutuações de umidade e qualidade em semente de soja após a maturação fisiológica, através de coletas diárias, verificaram pelo método da estufa que, no primeiro dia de amostragem o teor de

água das sementes estava em 30% b.u. e na décimo dia chegou ao mínimo de 16,6% b.u.. A partir daí as sementes sofreram variações sucessivas no seu teor de umidade, que dependiam das oscilações da umidade relativa do ar. Os autores observaram ainda que sementes desligadas fisiologicamente da planta mãe, perdem ou ganham água conforme as condições climáticas. E ainda que a perda ou ganho de teores de água em semente de soja podem alcançar amplitudes superiores a 5% em função da umidade ambiente, em períodos sem chuva.

1.3.7 Embalagem

✦ A manutenção da qualidade das sementes, durante o período de entressafra, tem sido objeto de estudos principalmente em função de tipos de embalagens, e segundo Mello (1977) sua função é fundamentalmente proteger da ação de fatores externos. Para Bosco et al.(1980) as sementes após limpeza e classificação, necessitam de acondicionamento em algum tipo de embalagem antes de serem armazenadas.

✦ As condições climáticas sob as quais a semente vai permanecer armazenada é um fator decisivo na escolha do tipo de embalagem (Popinigis, 1977; Carvalho e Nakagawa, 1988). Estudando esse efeito Harrington (1963), constatou que as embalagens, saco de algodão, saco de papel, saco de papel + asfalto, saco de papel + polietileno e saco de papel + alumínio, em condições tropicais (temperatura e umidade relativa elevada), nenhuma dessas embalagens se prestou, pois aos seis meses todas as sementes estavam mortas.

✦ Harrington (1959), Tolledo, e Marcos Filho (1977), Popinigis (1985),e Carvalho e Nakagawa (1988), classificaram as embalagens quanto ao grau de permeabilidade, em três categorias: permeáveis, semi-permeáveis e impermeáveis. As embalagens permeáveis permitem uma livre troca de vapor de água entre a semente e o ambiente circundante. Esse tipo de embalagem é indicado para climas

secos ou quando o período de armazenamento é curto. Nas semi-permeáveis a troca de vapor de água é menor. Nas embalagens impermeáveis não existe troca de umidade com o meio ambiente.

† Outro fator importante na escolha do tipo de embalagem é o teor de umidade das sementes, principalmente quando se deseja o armazenamento em embalagens impermeáveis. Segundo Harrington (1972), teores de umidade acima de 12% b.u. para sementes albuminosas e de 9% b.u. para sementes oleaginosas, promovem deterioração mais rápida em embalagens impermeáveis, que nas permeáveis e recomenda que quando se deseja utilizar embalagens impermeáveis o teor de umidade deve estar entre 5 a 9%. Provavelmente por isto, Bass (1968), afirma que quando armazenadas em embalagens lacradas, o teor de umidade é provavelmente o principal fator de longevidade das sementes.

‡ Baskin (1969) e Popinigis (1977), afirmaram que quando utiliza-se embalagens permeáveis, ocorre flutuações no teor de umidade das sementes, de acordo com as oscilações da umidade relativa do ar, de forma que o aumento desta provoca elevação no teor de umidade das sementes e conseqüentemente acelera os processos deteriorativos e perda na qualidade fisiológica das sementes.

Para Puzzi (1986), cereais como o milho e o trigo podem ser armazenados em embalagens herméticas (impermeáveis) com 12 a 13% de umidade sem danos significativos, pois os insetos que se encontram na massa de grãos consomem o oxigênio do ambiente confinado e morrem antes de causar danos ao produto. Essa prática foi constatada por Monteiro e Silveira (1982), quando armazenando sementes de feijão, com 12,6% de umidade, em recipientes metálicos, obteve resultados satisfatórios com relação a qualidade fisiológica e controle de microorganismos.

‡ Azevedo(1994), ao estudar a influência das embalagens, acondicionou sementes de gergelim em saco de pano, saco de papel e recipiente metálico, nas condições de Campina Grande - PB, constatando após seis meses de armazenamento que a embalagem que melhor conservou a qualidade fisiológica das

sementes foi o recipiente metálico, classificado como embalagem impermeável. Estudos similares foram desenvolvidos, anteriormente por Vieira et al. (1983) em sementes de algodão e por Moraes (1996), em sementes de amendoim, tendo esses dois autores chegado a mesma conclusão com relação a superioridade recipiente metálico em relação as demais embalagens estudadas.

† Nas condições de Londrina - PR, Barros et al. (1993), acondicionou sementes de arroz, feijão e milho em sacos de aniagem, caixotes de madeira, latas e garrafões de vidro e com teores de umidade inferiores a 13%, os autores verificaram após nove meses de armazenamento, que o vigor das sementes de arroz foi menos prejudicado nas embalagens herméticas, com destaque para a lata (80%) e que a embalagem que se mostrou menos favorável foi o saco de aniagem (76%). Com relação ao teor de umidade das sementes, não ocorrendo variações muito acentuadas em relação à determinação inicial, verificaram inclusive uma tendência de diminuição da umidade nos últimos três meses em todas as embalagens, resultados similares foram obtidos para o milho e o feijão. Os autores concluíram ainda com esta experiência que o emprego de embalagens herméticas é fundamental para proteger as sementes contra os danos provocados pelas pragas de produtos armazenados, sem a necessidade de um prévio tratamento.

χ Figueiredo (1992), estudando o efeito das embalagens, recipiente metálico e saco de aniagem, sobre a qualidade fisiológica, armazenou durante seis meses sementes de arroz, nas cidades de João Pessoa, Campina Grande e Patos, representando, respectivamente, a diversidade de clima do estado da Paraíba: litoral, agreste e sertão. Verificou após o período de armazenagem uma queda na germinação, com relação ao início do armazenamento (98%), os dados obtidos foram; no recipiente metálico de 76,3; 92,0 e 80% e no saco de aniagem de 40,5; 94,0 e 87%, nas cidades de João Pessoa, Campina Grande e Patos, respectivamente. Nas condições climáticas de Campina Grande, o saco de aniagem conservou melhor a viabilidade das sementes, 87% de germinação, quando comparado a embalagem impermeável, 80% de germinação. Com relação a influência da embalagem, no

tempo de armazenamento, a autora verificou que tanto o saco de aniagem como o recipiente metálico ocorreu uma sucessiva queda no vigor na conservação das sementes, com exceção do quinto mês que apresentou um aumento significativo na viabilidade das sementes (67%) em relação ao quarto, terceiro e segundo mês (64,52; 64,87 e 62,41%). E ainda que a queda de viabilidade foi observada no saco de aniagem até o terceiro mês, nas demais não houve diferença significativa.

✕ A longevidade de duas cultivares de gergelim, *Venezuela 51* e *Morada*, embaladas em saco de papel e armazenadas em condições não controladas de laboratório, na região de Campinas - SP, por um período de 24 meses, foi estudada por Lago et al. (1981). Os autores observaram que as sementes das duas cultivares se conservaram muito bem, com germinação acima de 80%, após os dois anos de armazenamento. As sementes da cultivar *Venezuela 51* apresentaram germinação um pouco mais elevado que as da cultivar *Morada*.

✕ Em outra pesquisa, Lago et al. (1994), após determinação do ponto de maturação fisiológica, acondicionaram sementes de gergelim, cultivar *IAC - Ouro*, previamente secas pelo processo de secagem artificial, em saquinhos de papel, mantendo em ambiente não controlado da cidade de Campinas - SP; após oito meses de armazenamento as sementes apresentaram índices de emergência em casa de vegetação, de bons a excelentes.

1.3.8 Armazenamento

O armazenamento é uma prática fundamental para manutenção da qualidade fisiológica da semente. É o método pelo qual se pode preservar a viabilidade das sementes e manter um razoável vigor no período compreendido entre a colheita e o plantio (Delouche, 1971)

✕ A conservação correta dos grãos é muito importante sob o ponto de vista econômico e fisiológico. Segundo Silva (1995), algumas alterações bioquímicas

podem afetar o poder germinativo e produzir aquecimento, descolorações, odores característicos e toxicidade, tornando o produto impróprio para o consumo humano ou animal.

† Aguiar (1982) salienta que a qualidade da semente não é melhorada sob condições ótimas de armazenamento. As técnicas modernas de conservação permitem apenas prolongar a vida útil da semente durante o armazenamento, todavia, o processo de deterioração será bem mais acelerado quando a semente armazenada apresentar uma qualidade inicial baixa. Isto é explicado pelo fato das sementes pertencerem à categoria de produtos deterioráveis, mas não perecíveis.

† Como a semente, no período de armazenagem, é um organismo vivo que continua respirando, várias modificações ocorrem, sejam elas de ordem física, química, biológica e a inter-relação desses fatores. Por isso, as condições ambientais onde as sementes são colocadas é um fator decisivo para a sua conservação (Cavalcanti Mata, 1997).

† Segundo Popinigis (1985), a temperatura e a umidade relativa do ar em que as sementes são armazenadas são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica das sementes. A umidade relativa do ar controla o teor de umidade, enquanto que a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos nas sementes.

† A umidade relativa do ar e a temperatura, associados a embalagem e o teor de umidade inicial do produto, são os fatores responsáveis pela conservação da qualidade das sementes (Delouche e Baskin, 1973; Popinigis, 1977; Marcos Filho et al. 1984). Segundo Puzzi (1986), o ambiente ideal para conservação da grande maioria das sementes está entre 5 e 20°C, dependendo do produto, e a umidade relativa entre 30 a 50 %. Para Almeida et al (1985) valores menores de umidade relativa do ar favoreceria o aumento de sementes dormentes.

† Almeida (1981) ao estudar o armazenamento de sementes de algodão verificou que para umidades relativas acima de 50%, quanto maior a temperatura

mais acentuadas são as perdas de germinação e de vigor das sementes ao longo do armazenamento.

✕ Segundo Prieto e Leon (1976), experiências realizadas na Venezuela com sementes de gergelim (*sesamum indicum* L.), o armazenamento dessa oleaginosa varia de 2 meses a 2 anos, entretanto o tempo médio do armazenamento é de 7 meses, sem prejuízo para a qualidade fisiológica das sementes.

Segundo Weiss (1971b), as sementes de gergelim perdem rapidamente a viabilidade quando manipuladas e armazenadas sem os devidos cuidados. Atraso na colheita, danos mecânicos na batidura, alta umidade e alta temperatura de armazenamento, parecem ser os principais fatores que afetam a longevidade. (Culbertson et al., 1961; Manzani, 1962; Franco, 1970; Justice e Bass, 1978.

✕ Peixoto (1972) afirma que sementes dessa oleaginosa mantiveram a viabilidade fisiológica, por três anos, quando armazenadas em recipientes herméticos. Bass et al.(1963), utilizando também recipientes herméticos, verificaram que sementes de gergelim se conservaram por 2 anos quando mantidas a temperatura de 10⁰C e com umidade de 7,0%, enquanto que a 21⁰C a conservação só foi boa quando o teor de umidade das sementes era de 4%.

✕ A longevidade de sementes de duas cultivares de gergelim, embaladas em saco de papel e armazenadas em condições não controladas de laboratório, na região de Campinas - SP, por um período de 24 meses, foi estudada por Lago et al. (1981). Os autores observaram que as sementes das duas cultivares se conservaram muito bem, com germinação acima de 80%, após os dois anos de armazenamento. As sementes da cultivar *Venezuela 51* apresentaram germinação um pouco mais elevada que as da cultivar *Morada*.

✕ Gurjão (1995) e Moraes (1996), nos seus estudos sobre avaliação da qualidade fisiológica em sementes de amendoim durante 10 e 15 meses respectivamente, verificaram que conforme aumenta o período de armazenamento aumenta também as perdas de germinação e vigor.

1.4. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sementes e Solos do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPQ/EMBRAPA).

Utilizou-se sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA G₃, provenientes de um campo de produção de sementes do CNPA, localizado na cidade de Patos - PB. Esta cultivar foi desenvolvida pelo CNPA, e apresenta porte mediano (até 160 cm), ciclo médio (100 dias) e hábito de crescimento ramificado. Apresenta um fruto/axila, com sementes de coloração creme; possui resistência à mancha angular e susceptibilidade à cercosporiose e à murcha de macrofomina. É especialmente indicada para a região semi-árida nordestina, onde a mancha angular se constitui na principal doença da cultura (Beltrão et al. 1994).

1.4.1 Obtenção do ponto ideal de colheita

A semeadura foi realizada em meados de março de 1994. O espaçamento adotado foi de 80 cm entre fileiras e de 10 cm entre covas, utilizando-se cinco sementes por cova e deixando-se, após desbaste, uma planta por cova, conforme recomendações de Prata (1969) e Peixoto (1972). O tamanho de cada parcela experimental foi de 120 m² (12 X 10 m), correspondendo a 15 linhas de 10 m de comprimento, sendo o ensaio global constituído por 24 parcelas. Os desbastes foram realizados quando as plantas atingiram 15 cm de altura (Beltrão et al. 1991).

Após a antesis, em meados de abril, amostras de 400 cápsulas, plantas previamente marcadas, foram colhidas, acondicionadas em saco de papel e remetidas ao laboratório de sementes, para avaliação de sua qualidade fisiológica. Após debulha manual, as sementes foram submetidas aos testes de germinação e vigor (primeira contagem) e determinação da quantidade de matéria seca e teor de

umidade. Este procedimento foi realizado a cada semana, deste a antesis até que as sementes atingisse o máximo de matéria seca, que é o melhor indicativo da sua maturidade fisiológica (Delouche, 1975).

1.4.2 Acondicionamento e armazenamento das sementes de gergelim

Após colheita, secagem e beneficiamento; um lote de aproximadamente 130 kg foi separado para a avaliação da qualidade fisiológica durante o armazenamento. As sementes foram acondicionadas em três embalagens: semi-permeável (saco de papel - E_1), permeável (saco de pano - E_2) e impermeável (lata metálica - E_3). Para cada embalagem foram utilizadas quatro repetições, cada uma delas contendo 4 kg de sementes.

Do mesmo lote de sementes foi retirada uma amostra representativa, para avaliação do material através dos teste de germinação, vigor e determinação do teor de umidade, conforme os procedimentos contidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992). Os dados obtidos foram tomados como resultados para o mês inicial do armazenamento (P_0).

O armazenamento foi feito sob três diferentes condições de conservação: ambiente natural de Campina Grande - PB, ambiente natural de Patos- PB e ambiente controlado (câmara seca do CNPA) a uma temperatura de 10 °C e umidade relativa de 40%. As sementes foram armazenadas durante 13 meses (agosto de 1994 a setembro de 1995).

1.4.3 Realização das análises

A cada dois meses, após a instalação do experimento, foram retiradas amostras do material para avaliação da qualidade fisiológica das sementes, o

que foi feito através dos testes de germinação, vigor (comprimento de plântula) e pela determinação do teor de umidade e matéria seca.

1.4.3.1 Teste de germinação

Este teste foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes por tratamento. O substrato utilizado foi o de papel (germitest), no formato de 10x10cm, colocado em caixas acrílicas (gerbox). As sementes foram dispostas sobre o papel e umedecidas com água destilada e posteriormente colocadas em um germinador a temperatura constante de 28⁰C, de acordo com as Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992). A percentagem de germinação foi determinada somando-se as sementes que germinaram na primeira contagem, realizada ao terceiro dia, com as sementes que germinaram na segunda contagem (final), efetuada no sexto dia, após instalação do experimento. As contagens e apreciação das plântulas seguiram prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

1.4.3.2 Testes de vigor

1.4.3.2.1 Primeira contagem

Este teste foi realizado simultaneamente com o teste de germinação, conforme descrito no **item 1.4.3.1** e avaliado através do teste indireto da primeira contagem da germinação, conforme recomendações de Vieira e Carvalho (1994).

1.4.3.2.2 Comprimento total de plântulas

O teste de vigor através do comprimento total de plântulas (radícula + hipocótilo), foi realizado com quatro repetições de 10 sementes. O substrato utilizado foi o papel (germitest), com uma folha de papel na base e uma na cobertura, as quais foram umedecidas com água destilada e as sementes dispostas sobre as folhas, em duas linhas retas e sentido longitudinal. Depois foram formados rolos que eram colocados em baldes plásticos e com inclinação de 45⁰ e levados a um germinador a temperatura de 28⁰C. Após quatro dias, mediu-se o comprimento total de cada plântula, com uma régua milimetrada.

1.4.4 Determinação do teor de umidade e matéria seca

A determinação do teor de umidade foi efetuada pelo método oficial da estufa, prescrita nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), a 105⁰C ± 3⁰C, durante 24 horas, utilizando-se de quatro sub-amostras por repetição.

Foi pesada uma alíquota de 10g (P₁) das amostra, através de uma balança de marca P-1200 METTLER, com 0,0001 de precisão. Após o tempo de exposição na estufa, as amostras foram retiradas, resfriadas em dessecador por meia hora e, em seguida, pesadas, obtendo-se o peso final (P₂). Após esse procedimento, determinou-se a percentagem do teor de umidade, expresso em base úmida, através da expressão abaixo:

$$U (\%) = (P_1 - P_2 / P_1) \times 100$$

onde:

P₁ = peso inicial da amostra

P₂ = peso final da amostra

U = umidade das sementes em base úmida

A matéria seca foi obtida por diferença do teor de umidade.

1.4.5 Análise estatística

1.4.5.1 Ponto ideal de colheita

A análise estatística dos dados de germinação, vigor, teor de umidade e matéria seca, referentes a maturação fisiológica foi realizada utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com sete tratamentos e quatro repetições. O software científico utilizado foi o SOC (Paniago et al., 1987).

Com o objetivo de homogeneizar os dados de germinação e vigor, utilizou-se a expressão $\arcsen (x/100)^{1/2}$ nas transformações dos dados, de acordo com Sousa (1978).

1.4.5.2 Armazenamento das sementes de gergelim

Para análise estatística dos dados de germinação, vigor, teor de umidade e matéria seca, referentes ao armazenamento, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x8, com quatro repetições. Os fatores foram representados pelas seguintes combinações:

a) Embalagens

E₁ = saco de papel

E₂ = saco de pano

E₃ = lata metálica

b) Ambientes de armazenamento

A₁ = Câmara seca

A₂ = Campina Grande -PB

A₃ = Patos - PB

c) Períodos de Armazenamento

P₀ = Inicial (mês zero), caracterização do material

P₁ = dois meses de armazenamento

P₂ = quatro meses de armazenamento

P₃ = seis meses de armazenamento

P₄ = oito meses de armazenamento

P₅ = dez meses de armazenamento
P₆ = doze meses de armazenamento
P₇ = treze meses de armazenamento

Os dados de germinação foram transformados pela mesma expressão do item 1.4.5.1, com o objetivo de colocá-los numa distribuição normal.

Os dados obtidos na maturação fisiológica e armazenamento, foram submetidos ao teste F, com níveis de significância de 1% e 5%, e as médias comparadas posteriormente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com recomendações de Gomes (1982).

1.4.6 Dados meteorológicos

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar ocorridos durante o período que se desenvolveu a pesquisa foram fornecidos pelo setor de meteorologia do EMBRAPA /CNPA.(Figura 1 do Apêndice A).

Convenções

TM = Temperatura Média
UR = Umidade Relativa do Ar
CG = Campina Grande – PB

1.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante o período em que foi realizado o experimento encontram-se na Figura 1A no Apêndice A.

1.5.1 Ponto ideal de colheita

Os resultados referentes a germinação, vigor, teor de umidade e matéria seca para obtenção do intervalo ideal de colheita do gergelim encontram-se nas Tabelas 1A e 2A do Apêndice A e nas Figuras de 1 a 3.

Na realização da análise estatística da germinação e vigor foram considerados os dados obtidos a partir da oitava semana após a antesis, pois os dados antecedentes a este período foram todos iguais a zero.

1.5.1.1 Germinação

TABELA 1. Comparação das médias da germinação (%), vigor (%), teor de umidade (%b.u.) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar *CNPA G₃*, da antesis a maturação fisiológica.

Período (semana)	Germinação (%)	Vigor (%)	T.umidade (%)	M.Seca (%)
8	54,4 cb	33,8 c	31,9 a	68,1 e
9	43,3 c	36,9 c	32,4 a	67,5 e
10	59,5 b	55,1 b	28,5 b	71,5 d
11	59,5 b	51,9 b	26,9 c	73,1 c
12	75,3 a	73,6 a	22,9 e	77,0 a
13	76,1 a	75,4 a	25,2 d	74,9 b
14	83,7 a	80,9 a	24,9 d	75,0 b
Média	64,5	58,2	27,5	72,5
CV	8,64	9,00	1,79	0,72
QM	31,03	27,61	0,24	0,27
DMS	12,80	12,10	1,13	1,19

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey

Como se observa na Tabela 1 e Figura 1, as sementes de gergelim analisadas a partir dos 7 dias até os 42 dias após a emergência apresentaram percentual de germinação igual a zero. Este fato é atribuído a dormência fisiológica da semente, causada pela imaturidade do embrião neste período.

Fato semelhante foi verificado por Aguiar Filho (1979), ao estudar sobre maturidade fisiológica do algodoeiro mocó, verificou que a capacidade germinativa das sementes não foi atingida, mesmo sob condições favoráveis, tendo como causa

provável, a impermeabilidade do tegumento a água, devido a constituição de suas camadas celulares.

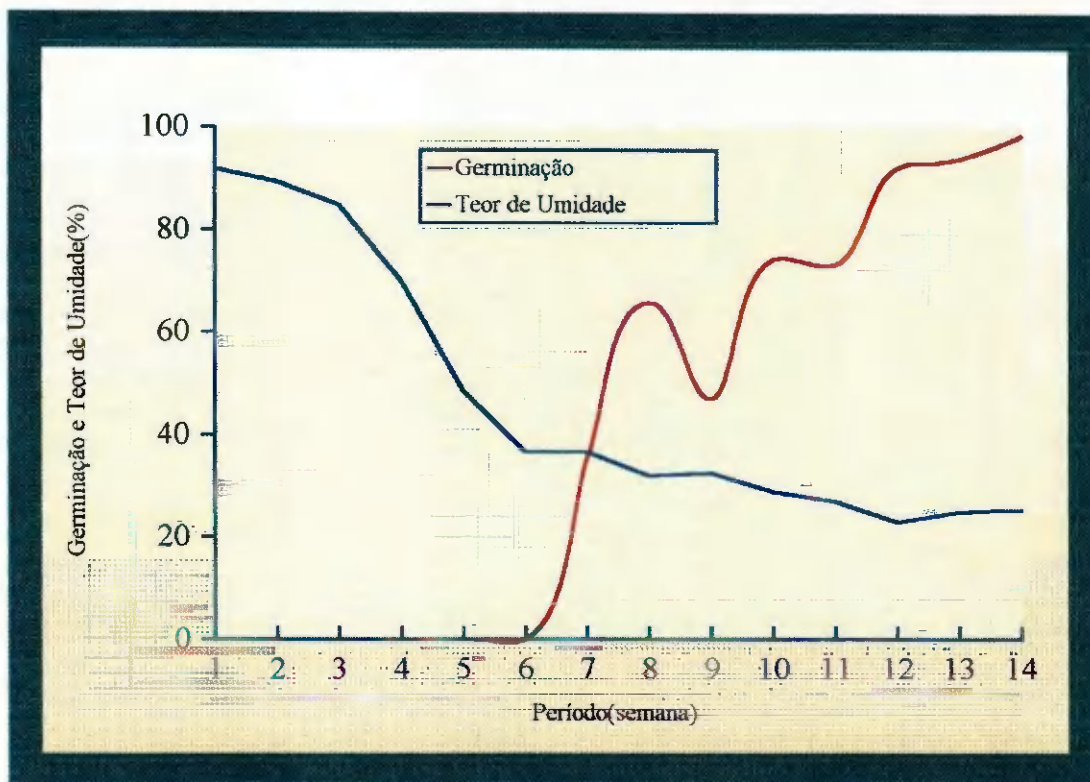


FIGURA 1. Evolução da germinação (%) e teor de umidade (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA G₃, da antesis a maturação fisiológica.

1.5.1.2 Vigor

Ainda com relação a Tabela 1 e Figura 2, verifica-se que o máximo de viabilidade revelado pelo teste de vigor ocorreu dos 84 aos 97 dias após a emergência. Menezes (1981) obteve para o algodoeiro mocó o maior acréscimo de vigor no período compreendido de 63 a 70 dias após a fecundação. Verifica-se ainda que o vigor é incrementado a medida que o percentual de matéria seca aumenta, guardando, portanto, uma relação direta entre si. Tekrony et al. (1979) observaram defasagem de 9 a 16 dias entre a época em que as sementes atingiram o

máximo peso de matéria seca e o momento em que houve paralisação efetiva do fluxo de reserva da planta para semente.

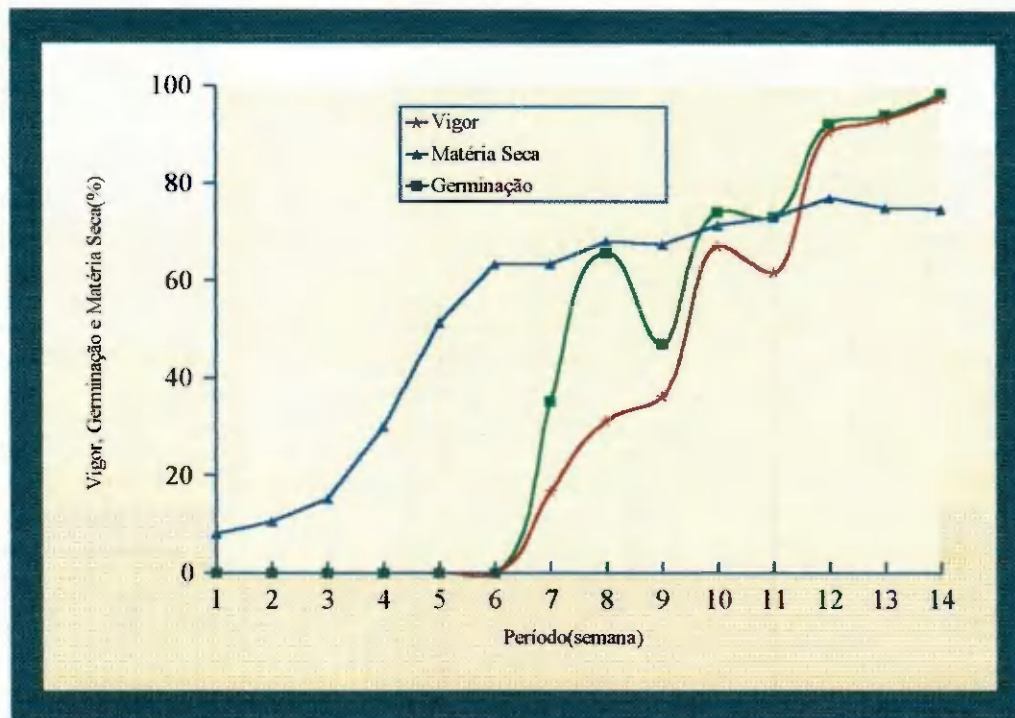


FIGURA 2. Evolução do vigor (%), germinação (%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA G₃, da antesis a maturação fisiológica.

1.5.1.3 Teor de umidade

Observando a Figura 3 e Tabela 1, verifica-se que a umidade das sementes, inicialmente muito alta, ou seja de 92% b.u., aos 7 dias após a antesis decresceu de forma rápida e gradual até os 35 dias e mais acentuadamente até os 84 dias, quando este valor foi de 22,9% b.u., a partir daí ocorreu uma elevação da umidade, atingindo 25,25% b.u. aos 98 dias. Fato este atribuído a ocorrências de chuva neste período. Lago et al.(1994) encontrou aos 120 dias após a emergência valores de umidade de 15,6% b.u. no ano agrícola de 87/88 e de 35,7% b.u. no ano agrícola de 88/89. Esta variação segundo Weiss (1971b) deve-se as condições climáticas

variáveis, principalmente a ocorrência de chuvas, que afetam significativamente o ciclo e a maturação do gergelim.

Ainda na Figura 3, pode ser observado uma relação direta e proporcional com relação aos valores de teor de umidade e matéria seca, a medida que o teor de umidade diminui, ocorre um crescente aumento da quantidade de matéria seca.

Do ponto de vista do teor de umidade pode-se indicar para a cultivar em estudo que o momento ideal de colheita ocorre aos 84 dias após a emergência, pois neste período as sementes apresentaram o menor teor de umidade (22,9% b.u.). Seguindo esta orientação poderia-se evitar a exposição das sementes ao ataque de insetos no campo. Sabe-se ainda que o retardamento do corte, mesmo que por poucos dias causam sensíveis prejuízos à produção do gergelim, por trata-se de uma cultura com frutos deiscente (Mazzani e Allieve, 1966).

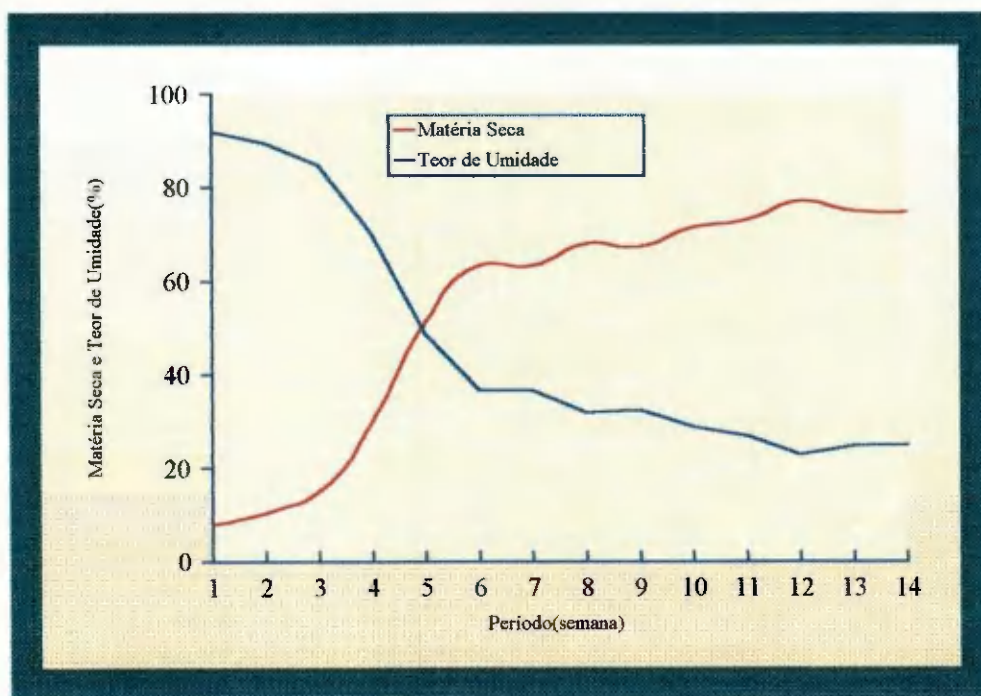


FIGURA 3. Evolução do teor de umidade (%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA G₃, da anthesis a maturação fisiológica

1.5.1.4 Matéria seca

Observando a Figura 3 e os dados da Tabela 1A, nota-se que dos 7 aos 21 dias após a antesis, a acumulação de matéria seca foi muito pequena, seguida de uma fase de aumento, dos 21 aos 49 dias, depois, dos 49 aos 84 dias um novo período de acumulação lenta e finalmente uma estabilização dos 91 aos 98 dias após a antesis.

O máximo peso de matéria seca foi atingindo estatisticamente aos 84 dias após a antesis, como pode ser observado na Tabela 1A do Apêndice A e Figura 3.

A germinação e o vigor das sementes aumentam com o aumento do número de dias após a antesis, atingindo seus valores máximos próximo ao ponto de máximo peso de matéria seca. Conforme a Figura 2, observa-se que a semente já apresentava germinação (32,2%) e vigor (16,7%) na sétima semana após a antesis. Em sementes de soja os valores de germinação, vigor e máximo peso de matéria seca são contraditórios. Andrews (1976) encontrou estes valores antes do ponto ideal de colheita e Marcos Filho (1980) verificou estes resultados depois do ponto de máximo peso de matéria seca.

As razões discutidas nos itens anteriores constataam que o processo de maturação da semente conta com uma série de transformações morfológicas e funcionais que se iniciam a partir da fertilização do óvulo, prosseguindo até o momento em que as sementes estão aptas a serem colhidas (Delouche, 1971). Durante este processo, conforme os dados, verifica-se um aumento do peso de matéria seca e uma diminuição no teor de umidade e uma melhoria da qualidade fisiológica (germinação e vigor). Estas observações também foram verificadas em estudos realizados por Delouche (1971) e Potts (1971) para outras culturas.

Os dados são claros quanto ao fato de que no decorrer da maturação da semente, ocorre acúmulo progressivo de matéria seca. Este fato é justificável, porque , como se observa na Figura 3, a semente está madura quando acumula o máximo de matéria seca. Neste ponto admite-se que a quantidade de substâncias

transferidas para semente é exatamente compensada pela quantidade consumida pelo processo de respiração, observações que se apoiam nos estudos realizados por Popinigis (1975).

O teor de umidade nas sementes de gergelim, decresce durante todo período de desenvolvimento da semente. O óvulo ao ser fecundado, apresenta teor de umidade médio de 92% b.u., ocorrendo em seguida decréscimo até aproximadamente 70%, e, durante quase todo o período de acumulação de matéria seca, o teor de umidade diminui a uma taxa menor, atingindo os valores de 23 a 25% b.u., no ponto de máximo peso de matéria seca, o que ocorre aos 84-91 depois da antesis. Estes dados encontram apoio nos trabalhos desenvolvidos por Howell (1960) e Andrews (1976).

Finalmente o presente estudo permite recomendar que, no caso desta pesquisa, o intervalo ótimo de colheita do gergelim está entre 84 a 98 dias após a antesis. Entretanto devido a fatores climáticos, incidência de pragas e a perdas por degrana, recomenda-se a preferência pela colheita aos 84 dias. Lago et al. (1994), recomenda para a cultivar *Aceiteira* um intervalo de 90 a 105 dias, recomendação justificável pois trata-se de uma cultivar de ciclo tardio, enquanto que a cultivar *CNPA-G₃* é classificada por Beltrão et al. (1994) como de ciclo precoce.

1.5.2 Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de gergelim ao logo de treze meses de armazenamento

1.5.2.1 Germinação

Os resultados referentes ao comportamento da viabilidade das sementes armazenadas ao longo de treze meses, para as diferentes embalagens e ambientes estudados são apresentadas na Figura 4 e os dados das interações significativas podem ser observados nas Tabelas de 4 a 6.

A análise de variância, Tabela 2, apresenta valores significativos de F para os parâmetros embalagem, ambiente e período de armazenamento, bem como para todas as interações duplas.

Observando-se a Figura 4 E Tabela 3, verifica-se que a menor perda de germinação foi obtida para as sementes acondicionadas em recipiente metálico. As sementes acondicionadas em saco de papel e saco de pano, apresentaram maior perda do percentual de germinação, não diferindo significativamente entre si. Este resultados estão de acordo com os dados obtidos por Azevedo (1994), que trabalhou com conservação em sementes de gergelim, cultivar *CNPA-G₃*, ao longo de 6 meses de armazenamento e constatou que a embalagem recipiente metálico manteve melhor a viabilidade das sementes.

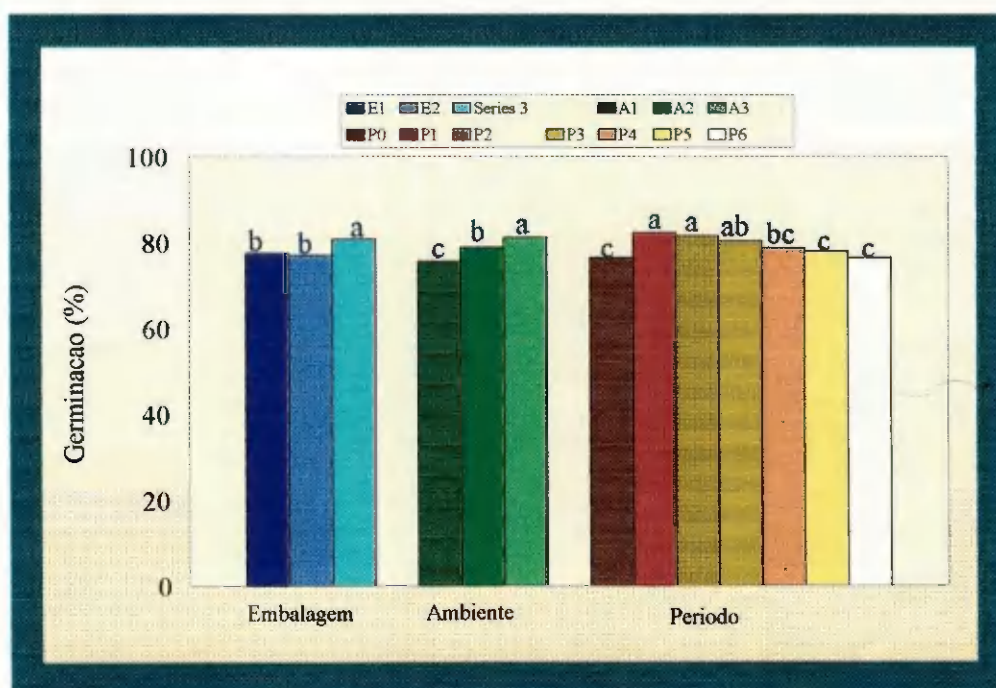


FIGURA 4. Valores médios da germinação (%) de sementes de gergelim armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁) e em condições de ambiente de Campina Grande - PB (A₂) e Patos - PB (A₃).

TABELA 2. Análise de variância e coeficiente de variação da germinação de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos - PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	**
Emb	2	790,8333	395,4167	40,96	**
Amb	2	1534,1666	767,0833	79,45	**
Tempo	7	1950,6111	278,6587	28,86	**
Emb x Amb	4	493,3751	123,3438	12,78	**
Emb x Tempo	14	327,0556	23,3611	2,42	**
Amb x Tempo	14	407,5555	29,1111	3,02	**
Emb x Amb x Tempo	28	341,0278	12,1796	1,26	ns
Resíduo	216	2085,3750	9,6545		
Total	287	7930,0000			

** Significativo ao nível de 1 % probabilidade ns Não significativo

TABELA 3. Valores médios da germinação (1) para embalagem, ambiente e período de armazenamento de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante 13 meses de armazenamento.

Embalagem	Ambiente		Período		
E1	77,5449 b	A1	75,5280 c	P0	76,5605 c
E2	77,1622 b	A2	78,8858 b	P1	82,3474 a
E3	80,8471 a	A3	81,1404 a	P2	81,5465 a
				P3	80,3138 ab
				P4	78,7065 bc
				P5	77,9583 c
				P6	76,5478 c
				P7	74,1639 d

DM1 = 1,0581 DM2 = 1,0581 DM3 = 2,2423 MG = 78,5180 CV% = 3,9573

As medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Tal fato é explicado porque a embalagem impermeável isola a semente da influência do ar externo, dessa forma as sementes não sofrem flutuação de troca de umidade com o meio onde se encontram armazenadas, permitindo assim, uma

melhor conservação de sua viabilidade. Essa justificativa encontra apoio na afirmação de Nakagawa (1987), onde o autor referencia o teor de umidade como um fator de suma importância na manutenção da capacidade de germinação das sementes.

Moraes (1996), estudando a conservação de sementes de amendoim, também verificou que a menor perda da porcentagem de germinação foi observada para as sementes acondicionadas em embalagens de alumínio.

TABELA 4. Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) para a interação *embalagem x ambiente*, durante 13 meses de armazenamento.

Embalagem	Ambiente			Médias
	A1	A2	A3	
E1	73,04 Cb	78,62 Bb	80,98 Aa	77,54
E2	73,20 Cb	77,46 Bb	80,83 Aa	77,16
E3	80,34 Aa	80,58 Aa	81,62 Aa	80,85
Medias	75,53	78,89	81,14	78,52

DMS/coluna = 1,83 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,83 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As perdas verificadas nas embalagens saco de papel e saco de pano estão associadas as trocas de umidade entre as sementes e o ar ambiente, que foram proporcionadas por estes tipos de embalagens.

Com relação aos ambientes onde as sementes foram armazenadas, pode-se verificar ainda na Figura 4, que Patos - PB foi quem conservou melhor a viabilidade das sementes revelada pelo teste padrão de germinação, seguido por Campina Grande - PB e pelo ambiente controlado de Câmara Seca. Por se tratar de uma oleaginosa as sementes de gergelim requerem ambientes de baixas umidades relativas, fato este não observado em Campina Grande - PB, durante a condução do

experimento. O fator que contribuiu para que os resultados obtidos em ambiente controlado fossem inferiores aos resultados encontrados em Patos - PB, foi problema de ordem técnica ocorrido na Câmara Seca, que impossibilitaram um ambiente constante de umidade relativa e temperatura. Em decorrência destes problemas constatados na câmara seca, durante o experimento a semente, neste ambiente, não manteve a baixa atividade respiratória do embrião, devido o ambiente de armazenamento não apresentar níveis adequados de umidade relativa e temperatura.

TABELA 5. Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para a interação *embalagem x tempo* durante 13 meses de armazenamento.

Período	Embalagem			Médias
	E1	E2	E3	
P0	76,56 bcA	76,56 cdA	76,56 dA	76,56
P1	81,49 aB	80,70 abB	84,85 aA	82,35
P2	80,43 abB	80,75 aAB	83,46 abA	81,55
P3	79,48 abcA	79,99 abcA	81,47 abcA	80,31
P4	77,65 abcA	77,92 abcA	80,56 bcA	78,71
P5	76,55 bcB	76,82 bcdB	80,51 bcA	77,96
P6	75,73 cdB	73,70 deB	80,21 bcdA	76,55
P7	72,48 dB	70,86 eB	79,15 cDA	74,16
Médias	77,54	77,16	80,85	78,52

DMS/coluna = 2,99 (letras minúsculas)

DMS/linha = 3,88 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estes resultados encontram apoio em trabalho realizado por Almeida (1981), onde após estudar o armazenamento em diversos ambientes controlados,

indicou a microregião de Patos-Pb, como possuidora de condições favoráveis ao armazenamento do algodão herbáceo.

O comportamento da Figura 5 referente ao período de armazenamento em combinação com os dados apresentados na Tabela 3, revela um aumento do poder germinativo das sementes até o período P₄. Este comportamento é atribuído, segundo Azevedo (1994), que também verificou um aumento da germinação após 120 dias de armazenamento, ao fato das sementes de gergelim possuírem alguma substância responsável pelo processo de dormência, durante o período em que as sementes são submetidas a secagem, sendo este efeito extinto provavelmente depois de um determinado período de armazenamento.

O fenômeno de dormência em gergelim também foi observado por Ashri e Palevict (1979), para a cultivar *cola de borrego*, onde a dormência desapareceu seis meses após a colheita.

A partir do período P₄ as sementes começaram a perder a viabilidade, de forma que no final do armazenamento apresentavam uma percentagem de germinação inferior ao início do armazenamento, fato dessa natureza são advertidos por Popinigis (1985), que ressalta que a qualidade das sementes não melhora durante o armazenamento, a não ser quando trata-se de sementes armazenadas com o fenômeno de dormência.

Pelos resultados observa-se a influência da atmosfera sobre a conservação das sementes, sendo a escolha de embalagens apropriadas um fator essencial para a conservação fisiológica das sementes por longos períodos. Os dados mostram que a qualidade inicial da semente, o teor de umidade da semente, a temperatura e a interação entre a embalagem, tempo e o ambiente são fatores que atuam sobre a qualidade fisiológica das sementes no armazém.

Nas condições normais de ambiente de Patos - PB, com temperatura média durante o experimento em torno de 28 °C, e boa ventilação no depósito, as sementes de gergelim permaneceram no períodos P₁ P₃ com a porcentagem de germinação em torno de 80%, em seguida, durante os períodos P₄ e P₆, que

estatisticamente foram iguais, a redução média em relação aos valores anteriores foi em torno de 3%.

As variações de germinação durante o armazenamento são perfeitamente explicáveis, não só pela variação de umidade relativa do ar, como também pela variação de temperatura e a influência de fatores biológicos, que influenciaram na taxa de respiração da semente, provocando aumento no teor de umidade da semente, durante o período de conservação. Segundo Almeida (1997) citando Harrigton para cada 1% de aumento no teor de umidade da semente, a sua longevidade é reduzida a metade (para umidades relativas entre 5 e 14%) e, para cada 5°C de aumento de temperatura durante o armazenamento, a vida da semente também é reduzida a metade (para temperaturas entre 0°C e 50°C).

TABELA 6. Valores médios da germinação (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para interação ambiente x tempo durante 13 meses de armazenamento.

Período	Ambiente			Médias
	A1	A2	A3	
P0	76,56 abcA	76,56 bcA	76,56 dA	76,56
P1	79,68 aB	82,13 aB	85,23 aA	82,35
P2	79,02 abB	82,17 aA	83,45 abA	81,55
P3	78,25 abcB	80,23 abAB	82,46 abA	80,31
P4	75,09 cdB	79,29 abA	81,75 abcA	78,71
P5	75,16 bcdB	78,01 bcAB	80,70 bcA	77,96
P6	71,34 dEB	77,90 bcA	80,40 bcdA	76,55
P7	69,12 eC	74,80 cB	78,57 cdA	74,16
Médias	75,53	78,89	81,14	78,52

DMS/columa = 2.99 (letras minúsculas)

DMS/linha = 3.88 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

1.5.2.2 Vigor

O comportamento da viabilidade das sementes de gergelim armazenado ao longo de treze meses, observado segundo o teste de vigor (comprimento total de plântula) para os fatores embalagem, ambiente e período de armazenamento é apresentado nas na Figura 5 e nas Tabelas 3A e 7, com sua respectiva interação significativa pode ser vista na Tabelas de 4^a

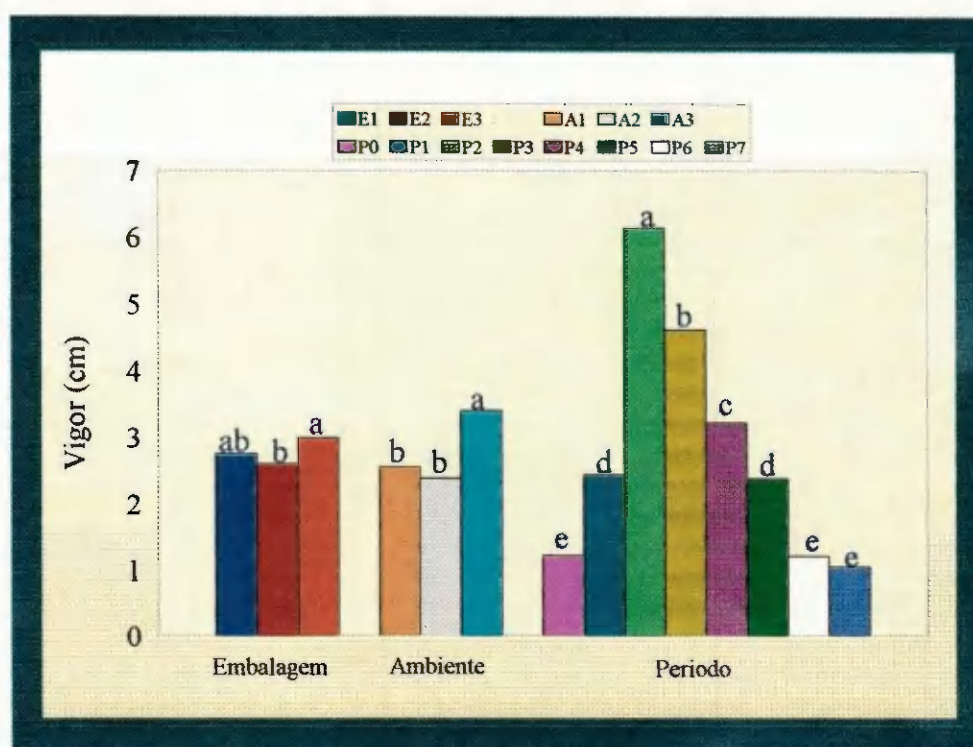


FIGURA 5. Valores médios do vigor (comprimento de plântulas) das sementes de gergelim, armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁), e em condições de ambiente de Campina Grande – PB (A₂) e Patos – PB (A₃).

Analisando os resultados médios do vigor (Figura 5), verifica-se, através do comprimento total de plântulas que o vigor a partir de P2, decresceu, em valores absolutos, com o tempo de armazenamento.

Observando os dados da Tabela 3A do Apêndice A, verifica-se que no período P2 ocorreu uma acentuada elevação do vigor com relação ao período inicial

de armazenamento, fato não comum durante o armazenamento da maioria das culturas uma vez que a semente não tem sua qualidade fisiológica melhorada durante o período de armazenamento, mas justificável pela evidência apresentada por alguns autores com relação ao fenômeno de dormência verificado nas sementes de gergelim no período pós-secagem, só vindo a estabelecer sua capacidade máxima de dar origem a plântulas vigorosas, depois de um determinado período de armazenamento. Fato verificado nesta pesquisa no período P2, onde as sementes apresentam seu máximo potencial de vigor, começando no período seguinte, P3, a apresentar uma queda no vigor de aproximadamente 5%. Estes dados encontram apoio no teste padrão de germinação (Tabela 3), onde o comportamento foi semelhante, as sementes apresentaram sua máxima capacidade de germinação nos períodos (P1 e P2), em seguida observou-se um início de queda da viabilidade fisiológica, de forma que no final do armazenamento (período P7) tanto o vigor como a germinação têm um acentuado declínio. Fato semelhante foi registrado por Azevedo (1994), quando verificou após seis meses de armazenamento um aumento no vigor das sementes.

A embalagem que melhor conservou a viabilidade, revelado pelo teste de vigor, das sementes foi o recipiente metálico, o que também foi constatado com teste padrão de germinação. As demais apresentaram valores inferiores de vigor ao observado no recipiente metálico, pois expuseram as sementes mais diretamente as variações ambientais, contribuindo com uma maior perda da viabilidade fisiológica das sementes.

O teste de vigor também, a exemplo do ocorrido no teste de germinação, revelou que o ambiente natural de Patos -PB, em detrimento da Câmara Seca e de Campina Grande - Pb, como local onde as sementes tiveram seu vigor melhor preservado (Tabela 7). Resultados diferentes foram obtidos por Moraes (1996) para o amendoim, onde as menores perdas de vigor foram registradas em Campina Grande -PB.

O efeito das embalagens sobre o vigor das sementes ao longo do armazenamento não foi significativo, embora tenha-se observado que a embalagem recipiente metálico, foi a que apresentou os maiores valores absolutos de vigor ao longo dos períodos de armazenamento. As variações nesta embalagem são atribuídas ao fato de que, eram abertas ao final de cada período para a retirada das amostras durante o armazenamento. Prática adotada para avaliar a metodologia aplicada entre os pequenos produtores. Por esta razão as diferenças de vigor foram registradas em todas as embalagens, pois elas foram expostas ao ar ambiente diretamente a cada abertura das embalagens, o que contribuiu também para o ataque de microorganismos na massa de sementes armazenadas.

TABELA 7. Valores médios do vigor (cm) de sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) para a interação *ambiente x tempo* durante treze meses de armazenamento.

Período	Ambiente			Medias
	Λ1	Λ2	Λ3	
P0	1,22 dA	1,22 deA	1,22 eA	1,22
P1	2,38 cA	2,52 cA	2,43 dA	2,44
P2	5,04 aB	4,89 aB	8,49 aA	6,14
P3	3,84 bB	3,94 abB	6,08 bA	4,62
P4	3,05 bcA	2,94 bcA	3,69 cA	3,23
P5	2,36 cA	2,01 cdA	2,78 cdA	2,38
P6	1,30 dA	0,98 eA	1,37 eA	1,22
P7	1,28 dA	0,68 eA	1,21 eA	1,06
Medias	2,56	2,40	3,41	2,79

DMS/coluna = 0,78 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,01 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

1.5.2.3 Teor de umidade

Os dados médios referentes ao teor de umidade das sementes de gergelim, durante treze meses de armazenamento são apresentados na Tabela 7A e Figura 6. As interações dos fatores embalagem, ambiente e tempo, são apresentados nas Tabelas 8 a 10.

A análise de variância Tabela 6A, mostra valores significativos para todos os fatores estudados (embalagem, ambiente e tempo), bem como para suas interações.

Os valores médios do teor de umidade (Tabela 7A), revelam que as sementes de gergelim foram altamente influenciadas pelas variações de umidade relativa e temperatura (Figura 1A) dos locais de armazenamento estudados.

Durante os quatro primeiros períodos de armazenamento ocorreu uma queda no teor de umidade das sementes da ordem de 1%. Nos períodos seguintes (P5 e P6), verificou-se um acréscimo médio de aproximadamente 2%, o que está diretamente relacionado as variações de umidade relativa.

Com relação as embalagens , observa-se na Figura 6 que o recipiente metálico e o saco de papel apresentaram valores bem próximo de teor de umidade , não apresentando diferença estatística entre si, e que ambos foram estatisticamente inferiores ao recipiente saco de pano e, ainda em termos de valor absoluto, o menor teor de umidade foi verificado no saco de papel. Azevedo (1994) também verificou o menor valor de teor de umidade no recipiente metálico (5,02%), em relação ao saco de papel (6,07%) e saco plástico (5,26%).

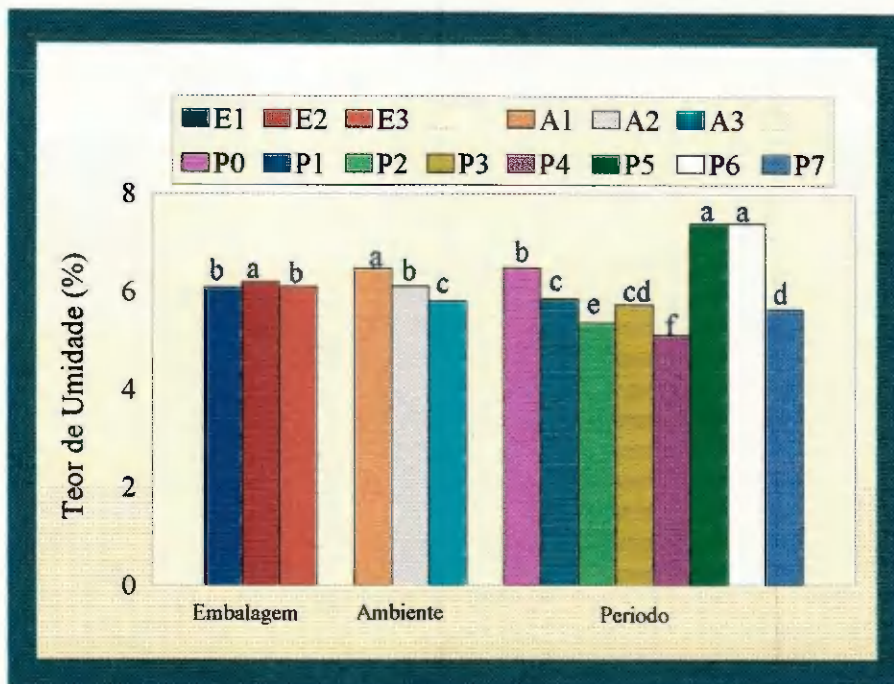


FIGURA 6. Valores médios do teor de umidade das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*), armazenadas em saco de papel (E₁), saco de pano (E₂) e recipiente metálico (E₃) durante 13 meses em câmara seca (A₁), e em condições de ambiente de Campina Grande – PB (A₂) e Patos – PB (A₃).

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que nos três tipos de embalagens o teor de umidade da semente foi influenciado diretamente pela umidade relativa e indiretamente pela temperatura do ar ambiente, onde as mesmas foram armazenadas. Esta observação se fundamenta nos estudos realizados por Baskin (1969), Popinigis (1977), Almeida (1981), Carvalho e Nakagawa (1988), Azevedo (1994) e Gurjão (1995), quando afirmam que as sementes, por serem higroscópias, trocam umidade com o meio ambiente até atingirem o seu equilíbrio. O que explica o fato das sementes acondicionadas nas embalagens saco de papel e saco de pano apresentarem oscilações nos seus teores de umidade ao longo do armazenamento. A justificativa para as flutuações verificadas no recipiente metálico, foi devido a metodologia de retirada das amostras, as quais ficaram expostas as

variações de umidade relativa e temperatura do meio ambiente por volta da coleta periódica das amostras para análise, comprometendo a eficiência desta embalagem, que não isolou totalmente a semente das influências das variações do meio ambiente exterior.

TABELA 8. Valores médios do Teor de umidade (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) para a interação *embalagem x ambiente*. Durante 13 meses de armazenamento.

Embalagem	Ambiente			Médias
	A1	A2	A3	
E1	6,52 Aa	6,12 Ba	5,62 Cb	6,09
E2	6,60 Aa	6,12 Ba	5,90 Ca	6,20
E3	6,32 Ab	6,07 Ba	5,90 Ca	6,10
Medias	6,48	6,10	5,81	6,13

DMS/coluna = 0.14 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0.14 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os ambientes de armazenamento que propiciaram o menor teor de umidade médio foi Patos - PB e a Câmara Seca.

Na Tabela 9, observa-se que o recipiente metálico e o saco de papel, mantiveram a menor média de teor de umidade durante os 13 meses de armazenamento das sementes.

Apesar das grandes flutuações de teor de umidade verificadas na cidade de Patos-PB, este ambiente apresentou menor teor de umidade médio. (Tabela 9).

TABELA 9. Valores médios do teor de umidade das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) para a interação *embalagem x tempo* durante 13 meses de armazenamento.

Período	Tipo de Embalagem			Médias
	E1	E2	E3	
P0	6,48 bA	6,50 bA	6,50 bB	6,49
P1	5,54 cdB	5,99 bA	6,07 bA	5,87
P2	5,38 deA	5,36 dA	5,38 dA	5,37
P3	5,78 cA	5,80 cA	5,64 dA	5,74
P4	5,09 eA	5,20 dA	5,07 eA	5,12
P5	7,28 aA	7,45 aA	7,43 aA	7,39
P6	7,43 aA	7,49 aA	7,28 aA	7,40
P7	5,71 cA	5,84 cA	5,41 dB	5,65
Medias	6,09	6,20	6,10	6,13

DMS/coluna = 0,22 (letras minúsculas)

DMS/linha 0,29 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 10. Valores médios do teor de umidade (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) para a interação *ambiente x tempo* durante 13 meses de armazenamento.

Periodo	Ambiente			Medias
	A1	A2	A3	
P0	6,50 cA	6,49 cA	6,49 bA	6,49
P1	6,28 cA	6,05 dB	5,28 dC	5,87
P2	5,86 dA	5,77 deA	4,49 fB	5,37
P3	5,84 dA	5,68 eA	5,70 cA	5,74
P4	5,70 dA	4,87 fB	4,80 eB	5,12
P5	7,44 bA	7,41 aA	7,32 aA	7,39
P6	7,79 aA	6,98 bC	7,43 aB	7,40
P7	6,43 cA	5,59 eB	4,49 eC	5,65
Medias	6,48	6,10	5,81	6,13

DMS/coluna = 0,22 (letras minúsculas) DMS/linha = 0,29 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.2.4 Matéria seca

Os dados médios referentes a matéria seca, para embalagem, ambiente e período de armazenamento de treze meses, podem ser observados na Tabela 11, e suas interações são mostradas nas Tabelas 9A a 10A.

A análise de variância Tabela 8A, mostra que todos os fatores (embalagem, ambiente e tempo) foram estatisticamente significativos e que apenas a interação *ambiente x tempo* foi estatisticamente significativa.

Observando a Tabela 11 verifica-se que o maior acúmulo de matéria seca foi registrado na embalagem recipiente metálico. Com relação ao ambiente de armazenamento Patos - PB revela-se como o local onde as sementes acumularam a maior quantidade de matéria seca. As flutuações na quantidade de matéria seca, a exemplo do teor de umidade, também foram verificadas ao longo do tempo de armazenamento, fato este explicado pelas mesmas razões discutidas no item anterior.

Na Tabela 12, verifica-se que em quase todos os períodos estudados foram verificadas diferenças representativas entre os ambientes de armazenamento. Em Patos - PB foi registrado o maior acúmulo de matéria seca para quase todos os períodos. Com relação ao período de armazenamento, verifica-se uma tendência de queda, não linear, na quantidade de matéria seca da semente ao longo do tempo, principalmente nos ambientes de Câmara Seca e Patos -PB. Evento este, explicado pelo fato de que em ambiente de umidades relativas mais baixas (Figura 1A), as sementes absorvem menos umidade do ambiente externo, contribuindo assim para um maior acúmulo de matéria seca, o que segundo Puzzi (1986) contribui para evitar a incidência do ataque de insetos no produto armazenado (grãos ou sementes).

TABELA 11. Valores médios de matéria seca (%) para os fatores embalagem, ambiente de armazenamento das sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*) e período de armazenamento.

Embalagem		Ambiente		Período	
E1	93,8813 ab	A1	93,5271 c	P0	93,5250 e
E2	93,8000 b	A2	93,9417 b	P1	94,0083 d
E3	93,9407 a	A3	94,1531 a	P2	94,6333 b
				P3	94,2583 c
				P4	94,8778 a
				P5	92,7167 f
				P6	92,6305 f
				P7	94,3417 c

DM1 = 0,1036 DM2 = 0,1036 DM3 = 0,2196 MG = 93,8739 CV% = 0,3241

As medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

Diante dos resultados e discussões apresentadas no itens referentes a conservação das sementes de gergelim, constatou-se que os danos provocados na viabilidade das semente foram menores do que os obtidos nos estudos realizado por Gurjão (1995) e Moraes (1996), para a cultura do amendoim. Estes pesquisadores

constataram perda de qualidade fisiológica medida pelo teste padrão de germinação de até 30%. No gergelim a máxima queda no poder germinativo das sementes foi em torno de 6% ao final de treze meses de armazenamento. Indicando que estas sementes, apesar de passarem por um curto período de dormência, mantém em sua composição alguma substância que contribui para sua boa conservação. Pois mesmo sobre a presenças de insetos durante o período de armazenamento, os danos provocados na viabilidade não são considerados drásticos.

Os resultados permitem concluir que as sementes de gergelim devem ser armazenadas de modo a evitar o máximo a abertura das embalagens, pois nesse estudo verificou-se que este procedimento cria um ambiente favorável a proliferação de microorganismos e insetos dentro das embalagens.

TABELA .12 Valores médios da matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para a interação *ambiente x tempo* durante treze meses de armazenamento.

Período	Ambiente			Médias
	A1	A2	A3	
P0	93,52 bA	93,52 dA	93,52 dA	93,52
P1	93,72 bB	93,95 cB	94,35 cA	94,01
P2	94,13 aB	94,23 bcB	95,23 aA	94,63
P3	94,16 aA	94,32 bCA	94,30 cA	94,26
P4	94,30 aB	95,13 aA	92,20 aBA	94,88
P5	92,59 cA	92,87 eA	92,68 eA	92,72
P6	92,21 cC	93,11 eA	92,58 eB	92,63
P7	93,57 bC	94,39 bB	95,06 bA	94,34
Médias	93,53	93,94	94,15	93,87

DMS/coluna = 0,29 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,38 (letras maiúsculas)

Médias seguidas das mesmas letras, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

1.6 . CONCLUSÕES

Diante dos dados obtidos nesta pesquisa e com base nas condições em que os experimentos foram conduzidos, estabeleceu-se as seguintes conclusões:

O ponto máximo de germinação e vigor aconteceu aos 84 dias após a anthesis, ocorrendo portanto a maturação fisiológica das sementes, com teor de umidade de 22,9 % b.u.

O momento de colheita fisiológica pode ser determinado com base no teor de umidade.

A porcentagem de germinação foi reduzida 8 pontos percentuais do período P1 ao período P7.

O acondicionamento das sementes em embalagem impermeável (recipiente metálico) permitiu a melhor conservação das sementes durante o período de armazenamento e a permeável (saco de pano) foi a que mais acelerou o processo de deterioração.

A conservação das sementes foi influenciada pelo local, tendo a cidade de Patos – PB se mostrado como o melhor local de armazenagem das sementes de gergelim.

1.7. RECOMENDAÇÕES

Para futuros estudos com o gergelim recomenda-se:

- Estudar métodos para superar dormência pós-maturação fisiológica.
- Determinar o ponto ideal de colheita por mais dois anos agrícolas, para efeitos comparativos com esta pesquisa.
- Utilizar uma embalagem para cada repetição, de modo que as embalagens sejam descartadas a cada avaliação.

CAPÍTULO 2

Secagem natural e determinação da umidade de equilíbrio em gergelim

2.1. INTRODUÇÃO

As operações de beneficiamento são muito importantes na definição da qualidade das sementes, entre elas algumas são consideradas limitantes, como é o caso do método de secagem para reduzir o teor de umidade da semente e de todo material que forma a massa colhida. Normalmente, as sementes são colhidas com teores de água superiores aqueles adequados para o armazenamento seguro, e que diferem entre as espécies e as regiões geográficas.

O sistema de secagem que melhor atende as necessidades dos pequenos produtores é o solar tradicional, quer pelos baixos investimentos requeridos, pelo uso da mão de obra familiar, ou pela necessidade energética obtida totalmente através dos meios naturais. As principais limitações são o tempo de secagem e os riscos de perda de qualidade por condições climáticas adversas.

A secagem solar pela exposição das sementes aos raios solares e as correntes naturais de ar após sua maturidade fisiológica, pode ser realizada totalmente na própria planta, ou completada em terreiros e, ou, sobre encerados ou lonas plásticas. No entanto, quando se deseja a retirada da água através de meios artificiais, faz-se necessário o conhecimento de algumas características físicas do produto, dentre os fatores imprescindíveis a realização do método de secagem artificial está a determinação da umidade de equilíbrio do produto. Este parâmetro é fundamental no estudo de qualquer secagem e armazenagem. No entanto, nem sempre está disponível na literatura, pois trata-se de um fator que varia não só com o produto, mas também com a variedade.

2.2. OBJETIVOS

Os objetivos desta etapa do presente trabalho, foram:

- a)** Estudar o tempo de secagem natural para sementes de gergelim, cultivar *CNPA G-3* da colheita fisiológica até o momento que as sementes atingissem um teor de umidade em torno de 6%.
- b)** Acompanhar a qualidade fisiológica através dos testes de germinação (%) e vigor (%), primeira contagem durante o tempo de secagem natural das sementes de gergelim.
- c)** Determinar a umidade de equilíbrio em sementes de gergelim, cultivar *CNPA G₃*, às temperaturas de 20, 30 e 40⁰C e umidades relativas do ar variando de 17 a 88%.

2.3. REVISÃO DE LITERATURA

2.3.1. Secagem

Há vários processos que podem ser utilizados na conservação de produtos agrícolas. Dentre eles, a secagem é o processo comercial mais utilizado para a preservação da qualidade desses produtos (Brod, 1997) aproximadamente 80% da produção agrícola no Brasil é seca pelo método de secagem solar tradicional (Rossi e Roa, 1980).

Segundo Silva (1995), a secagem é definida como o processo de transferência de calor e massa entre o produto e o ar de secagem. Pode-se dizer ainda que a secagem consiste na remoção de grande parte da água, inicialmente contida no produto, de forma que este produto possa ser armazenado em condições ambientais por longos períodos (Brod, 1997). Este processo deve ser realizado logo após o ponto de maturação fisiológica do produto, garantindo assim a preservação da qualidade das sementes.

Ao reduzir o teor de umidade dos produtos agrícolas, a um nível que permita um armazenamento seguro, a secagem mantém assim a preservação da qualidade das propriedades fisiológicas e nutritivas desses produtos. Talvez por este fato Roberts (1981), afirma que a operação de secagem é fundamental em todo programa de produção de sementes.

Para Carvalho e Nakagawa (1988), através da remoção da umidade pela secagem, artificial ou natural torna-se viável a conservação de sementes durante o armazenamento. Por outro lado Vasconcelos et al. (1991), alerta que o processo de secagem é um tanto delicado e pode afetar a viabilidade das sementes, principalmente se for realizado a altas temperaturas ou se houver desidratação excessiva das sementes.

Segundo Silva (1995), a secagem natural caracteriza-se pela seca do produto em seu próprio campo de cultivo, sem qualquer interferência do homem

acelerando ou melhorando o processo, enquanto que para Puzzi (1986), a secagem natural dos grãos consiste em expor o produto ao sol, em camadas delgadas, em local denominado terreiro. O primeiro autor entende que a secagem artificial é um método caracterizado pela utilização de processos manuais ou mecânicos, podendo para isto ser utilizada ventilação natural ou forçada através de ventiladores.

São várias as vantagens da realização do processo de secagem. Silva (1995) ressalta que a importância desse processo aumenta à medida em que cresce a produção, por permitir antecipar a colheita, armazenar por períodos mais longos, sem perigo de deterioração do produto, manter o poder germinativo por longos períodos, impedir o desenvolvimento de microorganismos e insetos e minimizar a perda do produto no campo.

Popinigis (1985) cita que a secagem pode predispor as sementes a uma rápida perda de germinação e vigor durante o armazenamento, devido ao tempo de exposição e a temperatura que a semente atinge. E ainda que temperaturas elevadas ou muito baixas podem também induzir dormência secundária.

Priante Filho et al. (1995) estudando sobre a conservação de sementes de milho (*zea mays L.*) submetidas a diferentes métodos de secagem, verificaram que as sementes seca naturalmente no campo de cultivo e seguidamente armazenadas em paiol apresentaram teores médios de germinação e vigor, significativamente superiores as sementes secas artificialmente e armazenadas em armazém convencional. Resultados similares foram obtidos por Canappele et al. (1995) ao verificarem uma tendência linear crescente de perda de matéria seca, ao longo do armazenamento, de sementes de milho secas na própria planta ou artificialmente, armazenadas em paiol e em armazém convencional.

Entretanto a secagem natural é apontada como responsável pelo baixo rendimento da cultura, pois é um processo lento, em comparação com as técnicas de secagem artificial. Através dos processos artificiais pode-se reduzir as perdas na fase de colheita, principalmente se o gergelim for plantado em região com riscos de chuvas durante esta fase.

Porém Andreoli et al. (1991), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de café, após secagem natural e artificial a diferentes níveis de umidade (35, 25 e 15%), constataram que para a umidade de 25%, as maiores médias de germinação ocorreram nas temperaturas mais altas de secagem (40 e 45⁰C) e para a umidade de 15% as maiores percentagens de germinação foram obtidos a temperatura de secagem de 35⁰C e com secagem natural ao sol. Os autores concluíram ainda que na secagem ao sol as sementes apresentaram maiores valores de vigor, sendo superior à secagem artificial a 45⁰C.

Segundo Beltrão et al. (1994), quando se pretende a secagem natural, deve-se evitar a exposição das capsulas abertas, pois a chuva provoca o escurecimento das sementes e a depreciação do produto, em termos comerciais. Devendo-se, portanto, sincronizar a época de plantio com o ciclo da cultivar, de modo a efetuar a colheita na época da estiagem.

Aponte e Landaeta (1972), verificaram que a colheita do gergelim poderia ser antecipada em uma e até em duas semanas, se fosse substituído a secagem natural pela artificial e ainda que este processo não teve efeito negativo sobre a germinação e o crescimento radicular, nem causou redução no conteúdo de óleo. O autor concluiu também que o gergelim colhido em capsulas pode ser seco artificialmente a baixas temperaturas (41 a 42⁰ C), em períodos curtos de 36 e 48 horas, sem causar danos graves a qualidade final do produto.

O efeito da maturação e dos métodos de secagem na qualidade de sementes de amendoim, em condições de campo, foram estudadas por Nakagawa et al. (1986), os autores observaram que a secagem das sementes fora do fruto, tanto ao sol como a sombra, ocasionou prejuízos, sendo a imaturidade das sementes proporcional aos danos causados pelo processo.

2.3.2 Equilíbrio higroscópico

Na armazenagem de produtos biológicos, a higroscopicidade é um estudo de suma importância, uma vez que permite definir os limites da perda de água e estimar as trocas de vapor d'água sob condições estabelecidas de temperaturas e umidade relativa do ar, afim de explicar condições de vapor d'água no interior do produto sob as quais estes são deterioráveis (Rockland, 1957).

Para se estudar o processo de secagem e o comportamento de um produto sob condições de armazenagem é importante o conhecimento do teor de umidade de equilíbrio, o qual permite estabelecer limites do teor de umidade a que os grãos podem ser submetidos, sob determinadas condições ambientais, nas quais as sementes não sejam deterioráveis (Brooker et al., 1974).

Segundo Roa e Rossi (1977), o teor de umidade de equilíbrio higroscópico depende de parâmetros como maturidade, variedade, histórico do material, teor de óleo, técnicas de medição e do método de determinação do teor de umidade. Brooker et al. (1974), afirmam que os grãos com elevada quantidade de óleo, como é o caso do gergelim, absorvem menor umidade do ambiente do que os grãos com alto teor de amido. Esses autores acrescentam ainda que a semente está higroscopicamente em equilíbrio com o ambiente em que se encontra, quando a tensão de vapor d'água dentro da semente for igual à tensão de vapor d'água do ar ambiente, sendo que, para cada espécie ou variedade de semente, a tensão de vapor interna assume um valor diferente para cada temperatura e teor de umidade.

Para este estudo é fundamental entender que as sementes são constituídas de matéria seca e água, sendo esta encontrada de três formas: água de constituição, água absorvida e água adsorvida. Segundo Christensen (1974), a água de constituição é aquela que está unida quimicamente formando parte integrante da substância adsorvente, podendo ser removida só sob condições especiais. Brooker et al. (1974), afirma que a água absorvida está no interior das sementes, presa nos espaços intercelulares pelas forças capilares ou nos poros das sementes. A água

adsorvida é , segundo Mohsenin (1978), aquela que se encontra presa ao sistema pela atração molecular.

Segundo Cavalcanti Mata et al. (1985a), no estudo de higroscopicidade, tanto a água de adsorção como a água de absorção podem ser incorporadas às sementes, constituindo assim, o fenômeno de sorção ou ganho de água pelas sementes. Nesse estudo de higroscopia, pode também ocorrer a dessorção, que seria a perda de água pelas sementes nas formas supracitadas, ou seja, água de adsorção e absorção.

O teor de umidade de equilíbrio de um material higroscópico, para uma certa condição de temperatura e umidade de equilíbrio, depende do caminho utilizado para atingir o equilíbrio. Assim, para uma mesma umidade relativa pode haver duas isortemas, chamadas isortemas de sorção e dessorção. Tanto o processo de sorção quanto dessorção depende do teor de umidade inicial a que cada processo começa, ou seja, se o material está com o teor de umidade menor ou maior que a da umidade de equilíbrio para as condições do ambiente, respectivamente (Hubard et al., 1957; Day e Nelson, 1965; Young e Nelson, 1967; Henderson, 1970 e Cavalcanti Mata, 1997). Sobre o assunto Young e Nelson (1967); Sinha e Muir (1973) comentam que quando o grão está ganhando umidade tem uma menor umidade de equilíbrio que quando estão perdendo umidade. Dessa forma, a isoterma de dessorção apresenta valores de umidade de equilíbrio superiores aos da isoterma de sorção.

Segundo Roa e Rossi (1977), a palavra equilíbrio refere-se ao fato de que, no ponto de equilíbrio, o produto não troca umidade com o ar que o envolve. Isto ocorre quando as pressões de vapor de água na superfície do grão e no ar são idênticas. O conceito de equilíbrio não significa igualdade no conteúdo de água no produto e no ar. Ao contrário, os grãos possuem, aproximadamente, 10.000 vezes mais água do que o ar quando estão em equilíbrio. Para Cavalcanti Mata (1997), embora haja essa grande diferença, a umidade do ar é muito importante devido aos grandes volumes desse fluido que sempre estão em contato com o produto durante

a secagem, manuseio e armazenagem adequados. Quando a pressão de vapor da água no ar for superior à pressão de vapor da água na superfície do produto, o ar fornecerá toda a água necessária para estabelecer o equilíbrio. Os métodos utilizados para determinação do teor de umidade de equilíbrio higroscópico são dois: o método estático e o dinâmico. No método estático a umidade de equilíbrio entre o produto e o ar que o envolve é atingida sem a movimentação do ar. Enquanto que no método dinâmico, ocorre movimentação do ar ou do produto (Brooker et al., 1974 e Pinheiro Filho, 1976).

O método dinâmico segundo Hall (1971); Gustafson (1972); Brooker *et al.* (1974) e Pinheiro Filho (1976), apresenta vantagens com relação ao método estático, pois o tempo para se atingir o equilíbrio higroscópico, sob as mesmas condições, é consideravelmente menor. Gustafson (1972), relata que forçando movimento de ar dentro de um dessecador e sob condições controladas de temperatura e umidade relativa Rockland (1957) obteve o equilíbrio higroscópico num tempo dez vezes menor que o necessário ao método estático.

Silva e Pinheiro Filho (1979), obtiveram umidades de equilíbrio higroscópico para o cacau em menor tempo que no método estático ao fazer o produto movimentar-se dentro de uma unidade condicionadora de ar, através da qual a temperatura era controlada. O equilíbrio higroscópico foi obtido num tempo médio de 12 dias. Roa e Rossi (1977) estudando o mesmo produto, verificaram que o equilíbrio higroscópico foi atingido 40 dias após a instalação do experimento.

Kososki (1977), utilizando o método estático, verificou para o milho, arroz em casca, feijão preto, amendoim sem casca e soja, que o equilíbrio higroscópico desses produtos foi obtido numa faixa de tempo que durou de 15 a 34 dias.

Tem-se calculado, também, valores de umidade de equilíbrio mediante medida direta da pressão de vapor de água por meio de um manômetro de precisão. O método consiste em promover vácuo no recipiente que contém as amostras. O grão perde umidade até o momento em que a pressão de vapor do ar se iguale à pressão de vapor da água na superfície do grão. Nesse momento, mede-se a pressão

e determina-se o teor de umidade do grão. Experiências com sementes de cacau e grãos de soja, utilizando este método, demonstraram que no início do terceiro dia de experimento, já se havia estabelecido o equilíbrio entre as pressões de vapor de água no ar e na superfície do produto (Roa e Rossi, 1977).

Chittenden (1961), salientou que a passagem do ar através dos grãos diminuem a resistência externa à transferência de massa, no entanto o tempo para atingir o equilíbrio depende da resistência interna à difusão de umidade no interior do grão.

Henderson (1952), afirma que muitos dados de teor de umidade de equilíbrio podem ser obtidos colocando-se pequenas amostras de um determinado produto, num ambiente com uma concentração específica que produza uma certa pressão de vapor d'água ou umidade relativa. Uma série de observações a diferentes concentrações do ácido sulfúrico fornece uma curva de equilíbrio completa. Chittenden (1961), afirma que as condições de umidade relativa também podem ser mantidas constantes, no interior de recipientes hermeticamente fechados, através de soluções de ácido hidrocloreídico ou etileno glicol, as quais manterão a umidade relativa constante para qualquer valor que se desejar, bastando apenas variar sua concentração ou utilizar soluções saturadas de diferentes sais.

O método de manter a umidade relativa no interior de um recipiente hermeticamente fechado utilizando de concentrações de ácido sulfúrico, apesar de cobrir toda faixa de umidade relativa desejada, apresenta algumas dificuldades, entre elas, o ácido é um material muito corrosivo. Henderson (1952). Este método apresenta como vantagens:

- a) É necessário um tempo maior para que se atinja a umidade de equilíbrio, principalmente quando não há movimentação do ar no interior do recipiente, conseqüentemente, as amostras podem ser removidas do teste antes de terem atingido uma condição de equilíbrio;
- b) Por causa do longo período de tempo requerido e algumas vezes se necessitar de elevadas umidades relativas, pode-se desenvolver mofo antes da obtenção da

umidade de equilíbrio. A umidade proveniente da respiração do mofo dá um falso teor de umidade de equilíbrio.

O método das soluções saturadas de sais apresenta o inconveniente de não abranger toda faixa de umidade relativa desejada, porém é o preferido do autores Hall (1971), Gustafson (1972) e Brooker et al. (1974), apresentam como vantagens:

- a) Os sais são menos corrosivos que os ácidos, causando menos prejuízos em equipamentos e menores riscos aos operadores durante seu manuseio;
- b) Mesmo que os grãos percam ou ganhem umidade em quantidade relativamente grande, a solução fica saturada, desde que se deixe um depósito de cristais do sal no fundo da solução;
- c) Uma mesma solução de sal pode ser usada para várias temperaturas, sem grandes variações no valor de umidade relativa.

Cavalcanti Mata et al. (1984), utilizaram na determinação do teor de umidade de sementes de feijão macassar, variedade *figado de galinha*, o método estático, usando para estabelecer as umidades relativas no interior do recipiente, diferentes soluções de sais, que proporcionaram umidades relativas de 30, 40, 50, 60, 70 e 80%; nas temperaturas de 15, 25 e 35⁰C. Os autores concluíram que o teor de umidade de equilíbrio cresce com o aumento da umidade relativa no interior do recipiente e com decréscimo da temperatura. Cavalcanti Mata et al. (1985b) e Cavalcanti Mata et al.(1986) estudando a umidade de equilíbrio em sementes de algodão e mamona, respectivamente, desta vez utilizando soluções de ácido sulfúrico, chegaram as mesmas conclusões com relação a influência da umidade relativa e temperatura nesse processo.

Cavalcanti Mata (1997), determinou a umidade de equilíbrio do feijão, variedade *carioca*, utilizando o método estático e soluções de ácido sulfúrico para obter as umidades relativas de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, e 90%, sob temperaturas de 10,20, 30, 40, 50 e 60⁰C. O autor observou que o equilíbrio higroscópico foi atingido entre 9 e 32 dias. Enquanto Braga (1991), utilizando a

mesma metodologia, observou que sementes de milho *BR- 451*, atingiram o equilíbrio higroscópico em um tempo médio de 11 dias, para a faixa de temperatura de 10 a 30⁰C e numa média de 7 dias para as temperaturas de 40 a 60⁰C.

Equações de equilíbrio higroscópico

Diversas equações teóricas, semi-teóricas e empíricas têm sido propostas para o cálculo da umidade de equilíbrio. Segundo Brooker et al. (1974), nenhuma equação teórica é, ainda, capaz de prever exatamente a umidade de equilíbrio de produtos agrícolas em uma faixa ampla de temperatura e umidade relativa.

Equação de Kelvin

Kelvin (1871), baseado na teoria de condensação capilar desenvolveram um modelo para o teor de umidade de adsorção em sólidos, considerando a condensação capilar entre os poros e o sólido e propôs a seguinte equação:

em que:

V = volume de umidade na forma líquida, m³

P_v = pressão de vapor de água do produto, Pa

P_{vs} = pressão de vapor a temperatura de saturação, Pa

r = raio do capilar cilíndrico, m

R₀ = constante universal dos gases, 1544,0 m.mol⁻¹.K⁻¹

T_{abs} = temperatura absoluta, K

σ = tensão superficial da água, Pa

α = ângulo de conatao entre a água e o capilar

Equação de Harkinis-Jura

Harkins-Jura, baseados na teoria potencial, desenvolveram a seguinte equação (Silva, 1979):

$$\ln(UR) = w_b - \frac{(w_c)}{(U_e)^2}$$

em que:

w_b e w_c = constantes do produto que dependem de sua temperatura U_e = umidade de equilíbrio do produto, decimal

Equação de Henderson

Uma das mais conhecidas e usadas equações para previsão de umidade de equilíbrio de grãos é o modelo semi-empírico proposto por Henderson (1952):

$$1 - UR = \exp [-a \cdot T_{\text{abs}} \cdot (U_e)^b]$$

Esta equação linearizada é:

$$\ln (-\ln(1 - UR)) = \ln (a) + \ln (T_{\text{abs}}) + n \cdot \ln (U_e)$$

em que:

a e b = parâmetros que dependem da temperatura e da natureza do produto

Equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata

Cavalcanti Mata (1997) propõe o ajuste da equação de Henderson modificando-a apenas no termo em T, onde se acrescenta um potencial de forma a corrigir os desvios em T. Desta forma a equação a ser ajustada é:

$$1-UR = \exp[-a (T^b) \cdot (U_e^c)]$$

Equação de Agrawal

Agrawal et al. (s.d.) modificaram a equação de Henderson expressando as constantes P_1, P_2, P_3, P_4 como uma função da temperatura:

$$(1 - UR) = \exp [-(P_1) \cdot (T)^{P_2} - (U_e)^{P_3} \cdot T^{P_4}]$$

Esta equação pode ser linearizada como:

$$\ln (-\ln(1 - UR)) = \ln (P_1) + P_2 \cdot \ln (T) + P_3 \cdot T^{P_4} \cdot \ln (U_e)$$

em que :

P_1, P_2, P_3, P_4 = parâmetros que dependem do material

Equação Chung e Pfof

Chung e Pfof desenvolveram a seguinte equação matemática:

$$U_e = E - F \cdot \ln [- R_0 \cdot (T' + C) \cdot \ln (UR)]$$

em que :

R_0 = constante universal dos gases, $287 \text{ j.kg.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

T' = temperatura absoluta, $^{\circ}\text{R}$

E, F e C = constantes que dependem do produto

Essa equação permite estimar com determinada precisão os valores de umidade de equilíbrio de grãos de cereais, numa faixa de 20 a 90% de umidade relativa (Brooker et al. 1974).

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Secagem

2.4.1.1 Localização do experimento

A secagem do gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA - G₃, obtida por plantio em março de 1995, foi realizado na estação experimental do Centro Nacional de pesquisa do algodão, pertencente a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuárias (CNPA / EMBRAPA), localizada em Patos - PB. Os ensaios para a avaliação da qualidade fisiológica do gergelim foram realizados no laboratório de sementes, do referido centro, localizado em Campina Grande - PB.

2.4.1.2 Método utilizado

O processo de secagem utilizado foi o natural, que consistiu na exposição das plantas a luz solar (Puzzi, 1986). Após cortadas na base e arrumadas em feixes de cerca de 30 cm, com ápices voltados para cima, para facilitar o deslocamento, conforme recomendações de Betrão et al.(1994) e Prata (1969); os feixes foram dispostos em círculos de arame farpados, a uma inclinação em torno de 45° , de forma que a luz solar penetrasse em todas as plantas de forma homogênea (Figura 7).



FIGURA 7. Feixes de gergelim durante o processo de secagem.

Semanalmente um certo número de feixes eram submetidos a bataduras, sobre lonas para desprendimento das sementes. Após essa operação, as sementes eram abanadas e colocadas em lonas plásticas sob luz solar. Após cada batadura, uma amostragem representativa era enviada ao laboratório de sementes, para avaliação da qualidade fisiológica, através dos testes de germinação, vigor (primeira contagem) e determinação do teor de umidade, conforme as recomendações prescritas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 1992), descritas no Capítulo 1, itens 1.4.3.1 e 1.4.3.2.

2.4.1.3 Tempo de secagem

O processo de secagem foi conduzido até que as sementes atingissem uma umidade de aproximadamente 6%, recomendada para o armazenamento de sementes oleaginosas.

2.4.2 Equilíbrio higroscópico

2.4.2.1 Local do experimento

Esta etapa do presente trabalho foi realizada no Laboratório de Processamento e Armazenagem de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da UFPB, com sementes da cultivar *CNPA - G₃* cedidas pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, provenientes da safra de 1996.

2.4.2.2 Determinação dos teores de umidade de equilíbrio

De um lote de 3kg de sementes foram retiradas quatro amostras de 10g cada, para determinação do teor de umidade inicial das sementes, através do método da estufa, conforme descrição no Capítulo 1, item 1.4.4.

Os teores de umidade de equilíbrio das sementes foram determinados por meio do método estático, utilizando-se cinco diferentes concentrações de ácido sulfúrico, com 98% de pureza, para uma faixa de umidade relativa de 10 a 88%, determinadas através de psicrômetro colocado no interior dos recipientes de vidro, e comparadas com os dados obtidos por Almeida (1981) e Cavalcanti Mata (1997) (Tabela 13).

O experimento foi conduzido as temperaturas de 20, 30 e 40°C, utilizando-se três câmaras FANEN tipo B.O.D. modelo 347, com o objetivo de manter as temperaturas desejadas. As temperaturas eram regulamente verificadas, com auxílio de termômetros colocados no interior de cada câmara.

Amostras de aproximadamente 40g, foram colocadas em pequenas cestas de arame e suspensas por um anel de PVC, sobre soluções de ácido sulfúrico nas diferentes concentrações, previamente colocadas nos recipientes de vidro. Após esta operação os recipientes de 1,6 litros de capacidade, contendo 250 ml de solução de ácido sulfúrico, eram hermeticamente fechados (Figura 8).

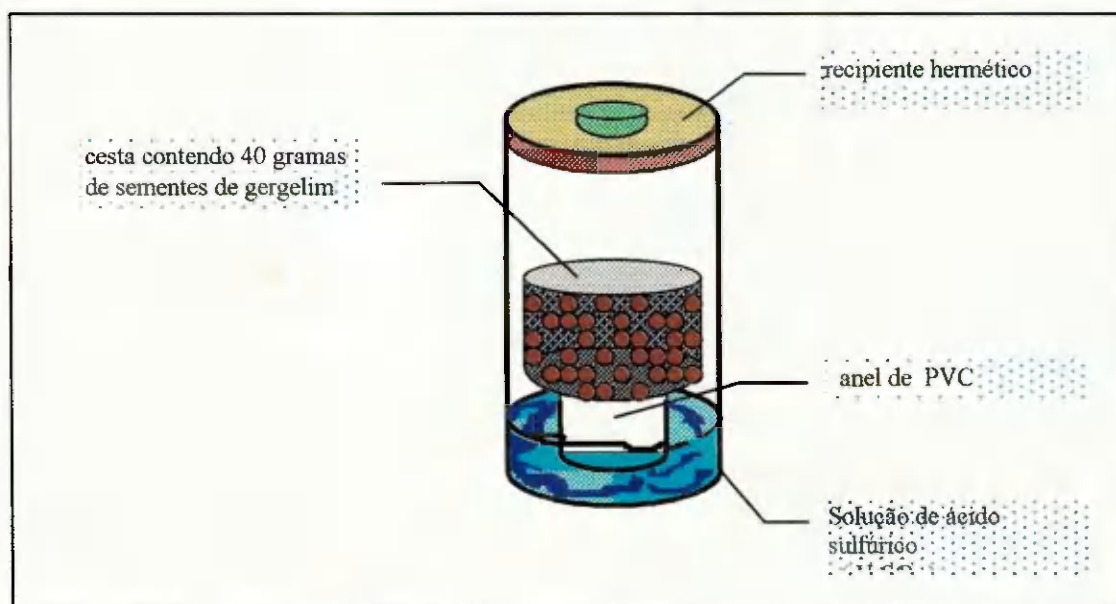


FIGURA 8. Recipiente hermético utilizado na determinação da umidade de equilíbrio.

Apesar das desvantagens do método de secagem natural, este ainda é recomendado como um método que não provocou sérios danos na qualidade fisiológica da semente, sendo necessário uma investigação futura com relação ao método de secagem artificial para a cultivar CNPA-G₃. Estas observações baseiam-se nos resultados obtidos por Priante Filho et al. (1995), que verificaram que a secagem natural, comparado com o método artificial preservou melhor a qualidade fisiológica das sementes de café. Fato verificado também por Andreoli et al. (1991).

Finalmente, apoiando-se nos resultados desse trabalho, recomenda-se que, quando se optar pela secagem natural, a programação de colheita seja sincronizada com o período de estiagem, a fim de que o processo de secagem natural seja realizado nas melhores condições de temperatura, evitando assim a susceptibilidade das sementes ao ataque de insetos e uma melhor valorização comercial do produto.

2.5.2 Equilíbrio higroscópico

Os dados referentes a umidade de equilíbrio das sementes de gergelim, cultivar *CNPA - G₃*, para as umidades relativas e temperaturas indicados na Tabela 13 são mostrados na Tabela 12A e Figura 10.

Os dados experimentais da umidade de equilíbrio do gergelim, e os valores calculados através das equações de Henderson modificada, Henderson modificada por Cavalcanti Mata e Chung e Pfof, estão apresentados nas Figuras de 11 a 16.

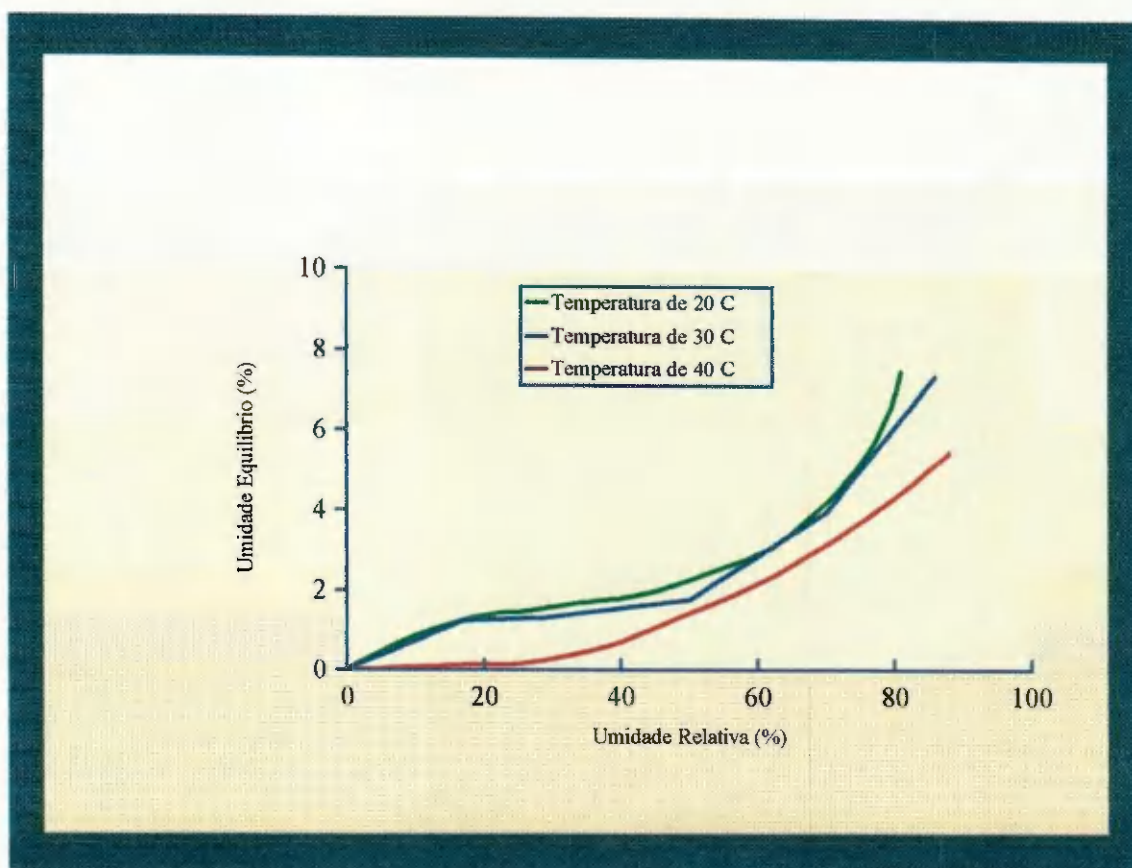


FIGURA 10. Isotermas de umidade de equilíbrio das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L..) para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

Observando os dados apresentados na Tabela 12A e Figura 10, verifica-se que a medida que umidade relativa do ar no interior dos recipientes diminui, há um decréscimo no teor de umidade de equilíbrio das sementes, fato este também observado para as temperaturas. Estas observações estão de acordo com os resultados obtidos por Cavalcanti Mata (1997) para o feijão carioca, onde para uma umidade relativa de 10% obteve valor de umidade de equilíbrio correspondente a 6,1% b.u., enquanto que para umidade relativa de 90% o valor verificado foi de 29,1% b.u.

O equilíbrio higroscópico das sementes foi atingindo numa média de 14 dias para as temperaturas de 20⁰C, 13 dias para temperatura de 30⁰C e 10 dias para temperatura de 40⁰C (Tabela 14). Tais resultados evidenciam que o tempo de equilíbrio diminui de forma aproximadamente linear com o aumento da

temperatura, fato também verificado por Gustfson (1972), Kososki (1977), Bach (1979), Braga (1991) e Cavalcanti Mata (1997).

Durante todo o período do experimento, não foi observado nenhum desenvolvimento de microorganismos nas sementes, indicando o método estático como um bom meio para as determinações do teor de umidade de equilíbrio de gergelim. Fato este não observado por Bach (1979) e Braga (1991) para as sementes de milho BR-201e BR 451, respectivamente, onde o método se mostrou ineficiente, neste aspecto.

Os dados experimentais de umidade de equilíbrio e calculados pelas equações de Henderson modificada, Henderson modificada por Cavalcanti Mata e Chung-Pfost, são apresentados nas Figuras de 11 a 16. Observa-se nestas Figuras que a equação de Henderson modificada apresenta uma aproximação satisfatória entre os dados experimentais e os dados calculados ($R^2 = 95,85\%$), seguida pela equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata ($R^2 = 95,63\%$). Estas equações ajustam-se bem até a umidade relativa de 50%, quando começa a apresentar dispersão entre os dados. A equação de Chung-Pfost, dentre as três equações estudadas foi a que apresentou o menor coeficiente de ajuste dos dados ($R^2 = 63,10\%$), não sendo portanto recomendada para este estudo.

TABELA 14. Número de dias decorridos para alcançar o equilíbrio higroscópico do gergelim (*Sesamum indicum L.*), cultivar CNPA-G3 para as diferentes temperaturas e umidades relativas.

Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)		
	10	20	30
	Números de dias		
81	10	10	10
70	12	14	12
50,3	14	14	14
29	18	14	12
17	18	14	12
Média	14,4	13,2	10,2

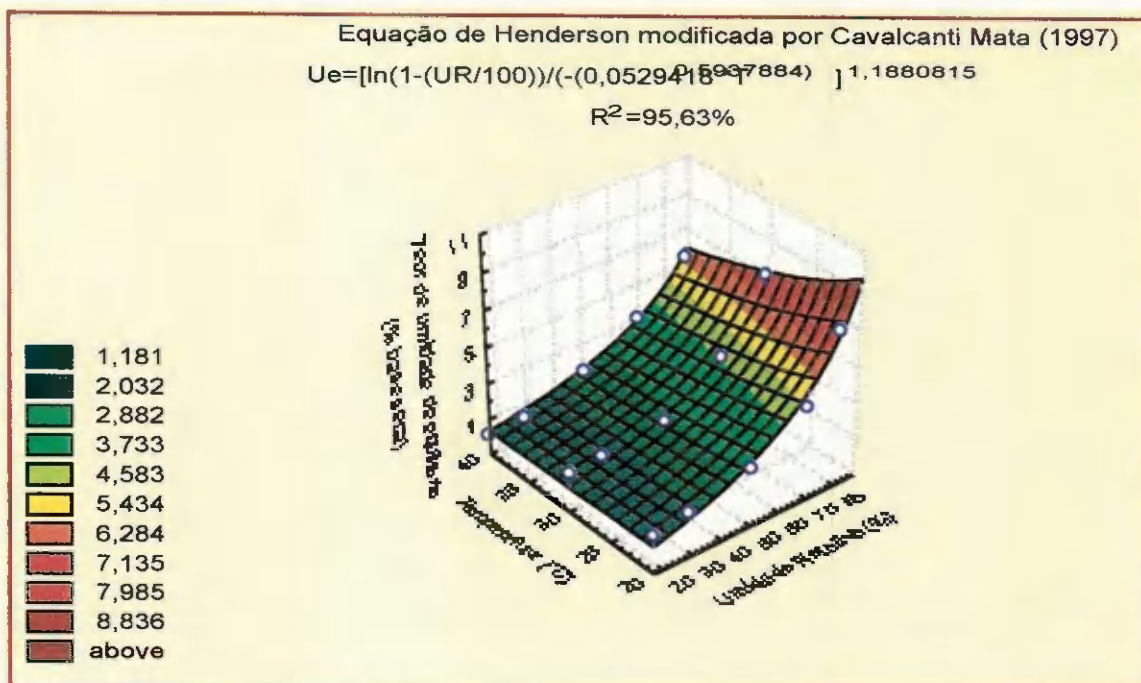


FIGURA 11. Valores de unidade de equilíbrio obtidos através da equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata para sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*).

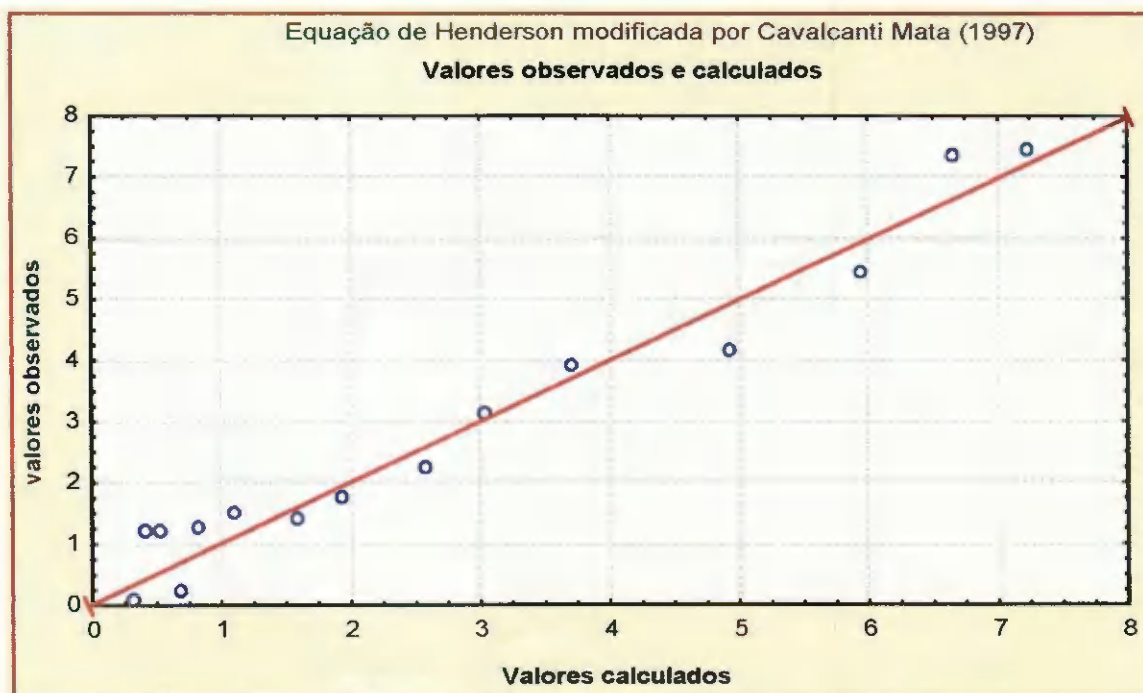


FIGURA 12. Valores experimentais de unidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Henderson modificada por Cavalcanti Mata, para as sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*).

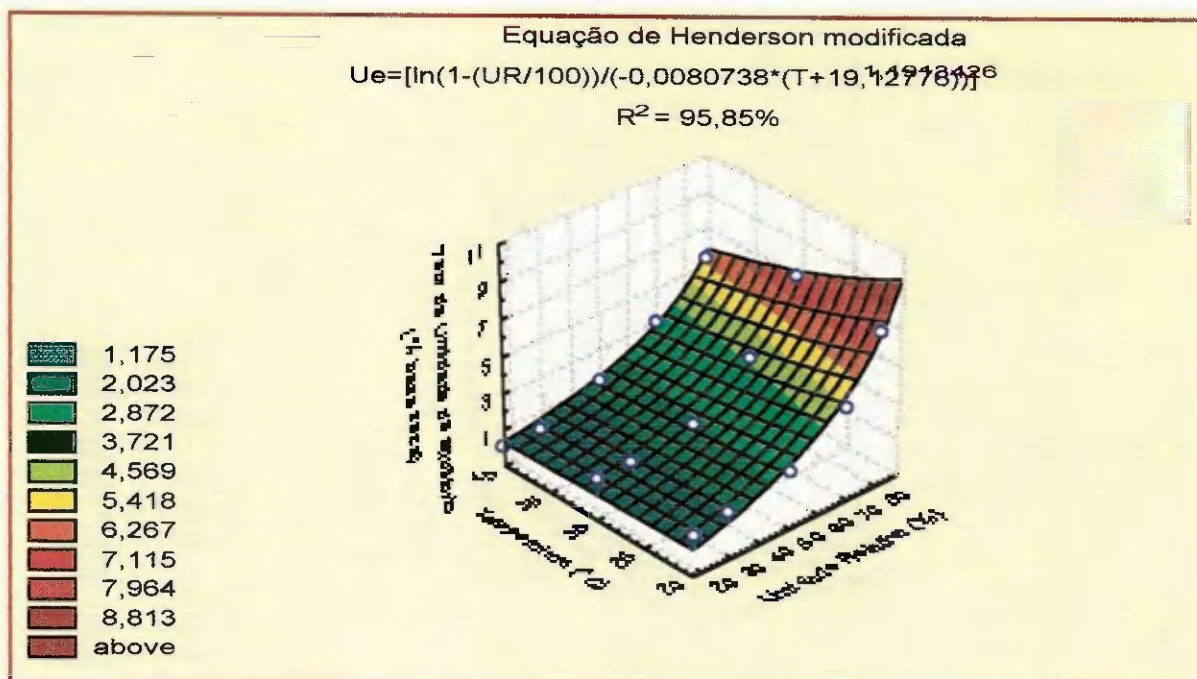


FIGURA 13. Valores de umidade de equilíbrio obtidos através da equação de Henderson modificada para sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.)

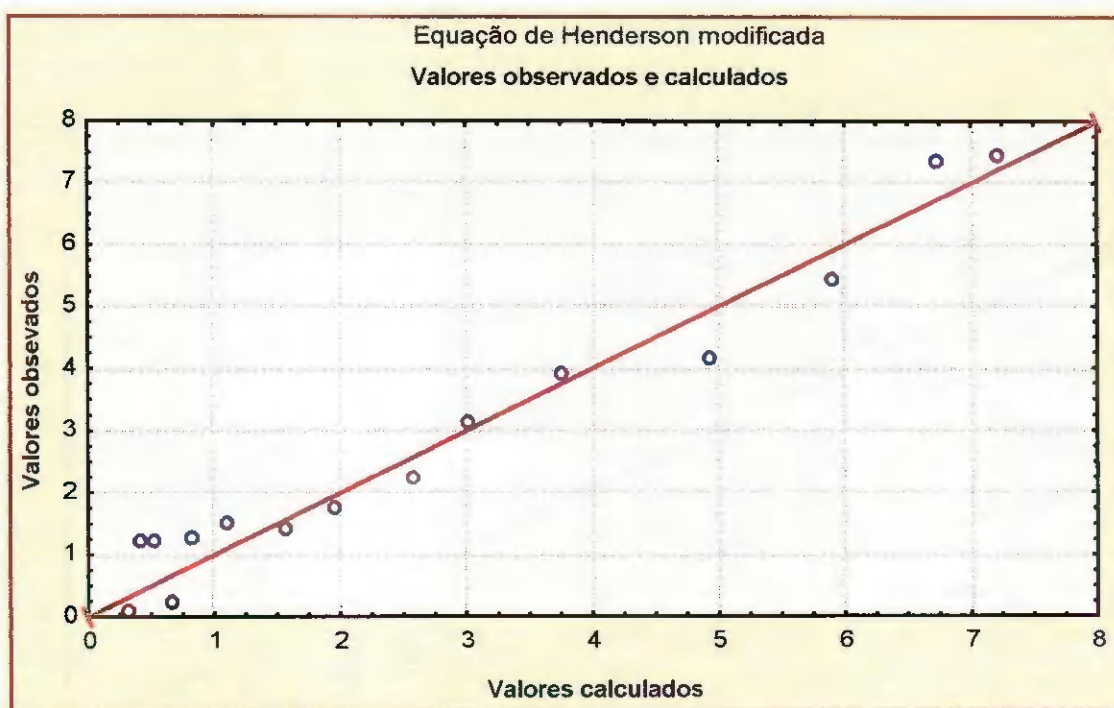


FIGURA 14. Valores experimentais de umidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Henderson modificada, para as sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.).

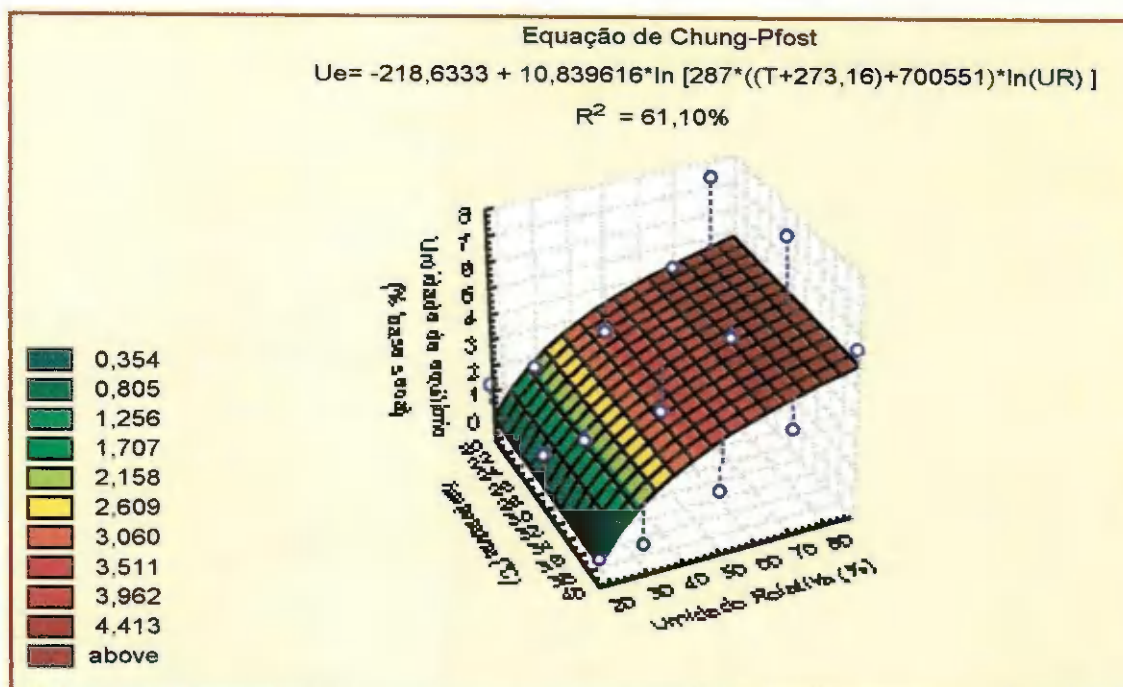


FIGURA 15. Valores de umidade de equilíbrio obtidos através da equação de Chung e Pfost para sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*).

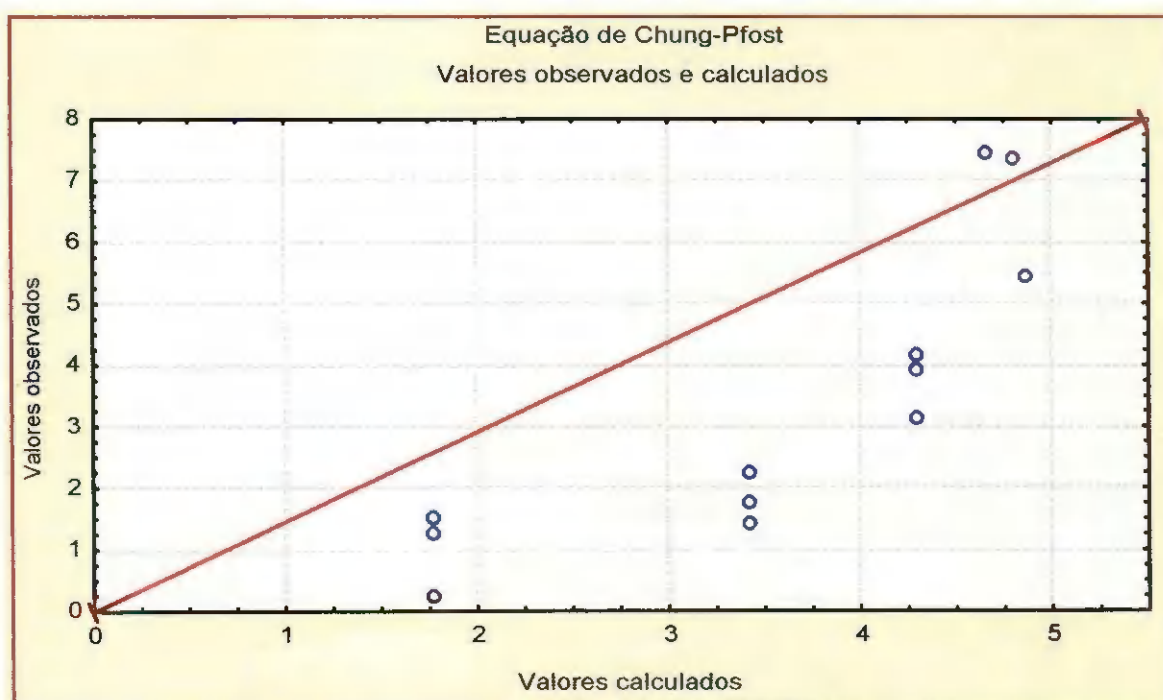


FIGURA 16. Valores experimentais de umidade de equilíbrio e valores calculados através da equação de Chung - Pfost para as sementes de gergelim (*Sesamum indicum L.*).

2.6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem estabelecer as seguintes conclusões:

A qualidade fisiológica das sementes de gergelim não é afetada durante o processo de secagem natural.

O tempo gasto para as sementes atingirem o teor de umidade de 6% b.u. foi de 35 dias.

O tempo necessário para as sementes entrarem em equilíbrio com o meio ambiente circundante diminuiu com o aumento da temperatura, sendo de 10 dias para a temperatura de 40 °C.

Os modelos matemáticos que apresentaram melhores ajustes dos dados experimentais foram a equação de Henderson e Henderson modificada com $R^2 = 95,85 \%$.

2.7. RECOMENDAÇÕES

- Estudar a secagem artificial em comparação com a natural.
- Estudar o equilíbrio higroscópico a partir de um alto teor de umidade.

APÊNDICE A

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR FILHO, S.P. de. Efeitos do tamanho da semente de algodão mocó (*Gossipium hirsutum* marie galante hutch) da cultivar Bulk c. 71 sobre sua qualidade fisiológica. Pelotas-MG: Universidade Federal de Pelotas, 1976. **Dissertação Mestrado**
- AGUIAR, P. A A . armazenamento e conservação de grãos. I noções básicas de conservação. II. armazenamento e conservação em propriedades agrícolas. Petrolina-PE, EMBRAPA - CPATSA, 1982. 31p.(EMBRAPA - CPATSA, Circular Técnica, 10)
- OK
* AHRENS, D. C.; PESKE, S. T.. Flutuação da umidade e qualidade em semente de soja após a maturação fisiológica I: Avaliação do teor de água. **Revista Brasileira de Sementes ABRATES**. v.16, n.2, p.107-110, 1994.
- AHRENS, D. C.; PESKE, S. T.. Flutuação de umidade e qualidade de semente de soja após a maturação fisiológica. II Avaliação da qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes, Londrina - PR - ABRATES**. v.16, n.2, p.111-15, 1994a.
- OK
* ALMEIDA, F. de A.C.. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar sobre a germinação, vigor e grau de umidade de sementes armazenadas de algodão (*Gossypicum hirsutum* L. r. *latifolium* HUTUCH). Campina Grande - PB: UFPB/CCA, 1981. 65p. **Tese Mestrado**.
- OK
* ALMEIDA, F. de A.C.; MATOS, V.R.; CASTRO, J.R. de; DUTRA, A S.; Avaliação da qualidade e conservação de sementes a nível de produtor. In: ALMEIDA, F.de A C., ; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais. Campina Grande-PB: 1997, 201p.
- ANDREOLI, D.M.C.; GROTH, D.; RAZERA, L.F.. Qualidade fisiológica de sementes de café (*Coffea Canephora* h.) c.v. Guarani após secagem natural e artificial. In: **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 20., 1991, Londrina. Anais Londrina p.1453-1466.
- ANDREWS, C.H. Some aspects of pod and seed development in lee soybeans. In: POPINIGIS, F. ; ROSAL, C.L. Coletânea de resumos de teses e dissertações sobre sementes. Brasília-DF: AGIPLAN, 1976. v.1, p. 13-16.
- APONTE, A.; LANDAETA, C.. Secado artificial del ajonjolí. *Agron. Trop.*, Venezuela, p.19-28, 1972.
- ASHRI, A.; PALEVITCH, D.N Seed dormancy in sesame (*Sesamum indicum* L.) and the effect of gibberelic acid. **Expl. Agric.** v.15, p. 81-83, 1979.
- OK
* AZEVEDO, M. R. de Q.A.. Avaliação da qualidade de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) armazenadas em diferentes embalagens e condições de conservação. Campina Grande - PB : UFPB, 1993, 80p. **Tese Mestrado**.
- BARROS, A. S. do R.; LOLLATO, M. A.; MOTTA, C. A. P.; KRZYZANOWSKI, C. F.; KOMATSU, Y. H. Produção de sementes em pequenas propriedades. In: Fundação Instituto Agrônômico do Paraná. cap. 2, circular N° 77, 1993, p.42-86.

- BARROS, A. S. do R.; LOLLATO, M. A.; MOTTA, C. A. P.; KRZYZANOWSKI, C. F.; KOMATSU, Y. H. Conservação de Sementes. In IAPAR. **Produção de sementes em pequenas propriedades**. Londrina- PR: IAPAR, 1993.p. 42-86 (IAPAR. Circular Técnico, 77)
- OK
* BASKIN, C. C. **Packing materials**. In : Short Course for Seedsmen, State College, Proceedings. Mississipi : State College, Mississipi State University, 1969. p.9-101.
- BASS, L.N. Effects of temperature, relative humidity and protective packaging on longevity of peanut seed. Proceedings: association of official seed analysts, v.58, p.58-62, 1968
- BASS, L.N.; CLARK, D.C.; EDWIN, J. Vacuum and inert-gas storage of safflower and sesame seeds. Crop. Science: n. 3, p. 237-240, 1963.
- BELTRÃO, N. E. de M; FREIRE, F.C.; LIMA, E.F. **Gergelim cultura no trópico semi-árido nordestino**. Campina Grande - PB. EMBRAPA-CNPA, 1994. 52p. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 18)
- BELTRÃO, N.E. de M.; FREIRE, F.C.; LIMA, E.F. **Recomendações técnicas para a cultura do gergelim no Nordeste brasileiro**. Campina Grande : EMBRAPA-CNPA, 1991. 33p. (EMBRAPA CNPA. Circular Técnica, 14).
- BEROZA, M.; KINMAN, M. L.. Samamin, sasamodin and sasamol content of the oil of sasame as affected by strain, location grown, aging and frost damage. Journal of The American Oil Chemists Society, v. 32, p. 348-350, 1955.
- BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V. de ; AZEVEDO, J. T. de ; OLIVEIRA, A. C. de . Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 17, n. 1, p.9-12, 1995.
- BOSCO, J.; POPINIGIS, F.; PESKE, S. I.; SILVEIRA Junior., P.. Armazenamento de sementes de feijão vigna (*Vigna unguiculata* (L) .walp) em algumas localidades do norte e nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa, v. 5, n. 2, p.37-42, 1980.
- BRAGA, M. E. D.. Estudo da histerese entre as isotermas de sorção e dessorção do milho BR-451. Campina Grande - PB : UFPB/CCT/DEAg, 1991. 128p. **Dissertação Mestrado**.
- BRANCCINI, A. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; SEDIYAMA, T.. Relação entre a qualidade de vagens e da sementes de variedades e linhagens de soja portadoras ou não de caracteres de impermeabilidade de tegumento. Informativo ABRATES, Brasília, DF, v.15, n 3, p. 151-1993.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília : Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992. 188p.
- BROD, F.P.R.; PARK, K. J. Construção de secador vidro fluidizado. : **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, 26 – Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 31 (resumos)
- BROOKER, D. B. ; ARKEMA, F. W. B. ; HALL, C. W. **Drying cereal grains**. Connecticut: the AVI Publishing Company, inc. 1974, 265p.

- BUNCH, H. D.. Relationship between moisture content of seed and mechanical damage in seed conveying. *Seed World*, v.86, p.14-17, 1960.
- BYRD, H.D.; DELOUCHE, I.C.. **Deterioration of Soybean Seed in Storage**. Proc. Ass. off. Seed Analysts. v. 61, p.41-57, 1971.
- OK
* CAMARGO, C.P.; VECHI, C.. Pesquisas em tecnologias de sementes. In : ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICAS EM ANÁLISES DE SEMENTES, 1971. Porto Alegre. Anais. Porto Alegre, 1971. v. 1, p.151-186.
- CANEPPELE, M. A. B.; PRIANTE FILHO, N.; CAMPELO Jr., J. H.; CANEPPELE, C. Avaliação de perdas de milho (*Zea mays L.*), submetido a diferentes formas de secagem e armazenagem. In **Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, (Resumos)**, Viçosa, MG. 1995. p.410. 24,1995. Viçosa. Anais. Viçosa: 1995. P.410
- * CARVALHO, N. M. de . **A secagem de sementes**. Jaboticabal : FUNEP, 1994,
- OK
* CARVALHO, N. M.; BUENO, C. R.; SANCHEZ, L. C.. Maturação de sementes de amendoim (*Arachis Hipogaea L.*). *Científica*, v.4, p. 39-42, 1976.
- OK
* CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J.. **Sementes : ciência, tecnologia e produção**. 3 ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.
- OK
* CASTRO, C.R.P.de; AVARENGA, E.M.; SILVA, R.F. da; REIS, F.P.; REIS, M.S. ; Armazenamento e vigor de sementes de *Stylosanthes capitata vog.* **Revista Ceres**, Viçosa MG. v.41, n.233, p. 67-80, 1994.
- CAVALCANTE, A. de M. B.; PEREZ, S. C. J. G. de A.. Efeitos da temperatura sobre a germinação de sementes de (*Leucaena Leucocephala (LAM) de wit*). **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina - PR v. 17, n. 1, p.1-8. -, 1995.
- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.. Efeitos da secagem em Altas temperaturas por curtos períodos de tempo, em camada estacionária sobre a armazenabilidade de Sementes de feijão (*Phaseolus Vulgaris L.*), Variedade "carioca". Avaliação experimental e simulação. Cap. 1. Campina SP: UNICAMP, p.1-48, 1997. **Tese Doutorado**.
- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; ALMEIDA, F. A. C.; ARAGÃO, R. F.. Determinação do teor de umidade de equilíbrio das sementes de feijão macassar (*Vigna unquiculata (L) Walpers*) variedade figado de galinha, pelo método estático. **Revista Nordestina de Armazenagem**, Campina Grande - PB, v.1,n.2, p. 57-71, 1984.
- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; ALMEIDA, F. A. C.; MARTINS, I. H.. Curvas de equilíbrio higroscópico de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum L. T. latifolium HUTCH*). **Revista Brasileira de Armazenagem**. Campina Grande - PB, v.2, n 1, p.3-21, 1985 b.
- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; ALMEIDA, F. A. C.; MARTINS, I. H.; SILVA, F. A.. Curvas de equilíbrio higroscópico de sementes de Mamossa. (*Ricinus Communis L.*). **Revista Nordestina de Armazenagem**. Campina Grande - PB, v. 3, n. 1, p.31-50, 1986.

- CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; MARTINS, J. H.; ALMEIDA, F. A. C.. Histerese em Sementes de feijão mulatinho (*Phaseolus Vulgaris L.*) variedade paulista. **Revista Nordestina de Armazenagem**. Campina Grande - PB. V.2, n. 2, p.28-44, 1985 a.
- CAVARIANI, C.; PIANA, Z.; TILLMANN, M. A A; MINIAMI, K. Metodo de formação de mucilagem e qualidade fisiológica de sementes de tomate(*Lycopersican esculentum, mill.*). **Scientia Agricola**, v.51, n. 1, p.43-46, 1994.
- CERQUEIRA, W.P.; COSTA, A.V.. Influência da umidade inicial sobre a qualidade fisiológica da semente de soja (*Glycine max. L. Merrill*). **Revista Brasileira de Armazenagem**. Viçosa-MG, v. 6., n 2, p.35-40,1981.
- CHITTENDEN, D. H.. **Drying of gingle kernels and deep heds of shelled corn. Wisconsin, University of Wisconsin**, 1961, 214p. **Ph. D. Thesis**.
- CHRISTENSEN, C. M. **Storage of cereal grains and their products**. Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1974. 549p.
- COELHO, R.C.. Efeito imediato de danos mecânicos em sementes de soja (*Glycine max CL.*). Merrill Sementes. Brasília, v. 9, p.8-9, 1974.
- CONECHIO FILHO, V.; TELLA, R. Instruções para a cultura do gergelim. Campinas, SP : Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Instituto Agrônômico, 1957. p1-4 (Instituto Agrônômico. Boletim, 83).
- COSTA, J. A.; MARCHEZAN, E.. **Características dos estádios iniciais de desenvolvimento da soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1979. 30p.
- CULBERTSON, J.O ; JOHNSON, H.W.; SCHOENLEBER, L.G. Producing and harvesting seed off oil seed crops. In : Seeds the year book of agriculture; Washington, U. S. Dep. Agric. 1961. p. 192-199.
- DAY, D. L.; NELSON, G. L.. Desorption isotherms for wheat. Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v. 8, n 4, p.293-297, 1965.
- DELOUCHE, J. C.. Environmental effects of seed development and seed quality. *Hortscience*, v.15 n.6, p.775-800, 1980.
- DELOUCHE, J.C. Determinants of seed quality. In :Short course for sedments. *Procedings Misissippi: Misissippi State*, v. 14, p. 53-67, 1971.
- DELOUCHE, J. C.. **Seed Maturation**. In : Short Course for Seedsmen, 1976, Seed Technol. Lab. v.18 : p.25-33, 1976.
- DELOUCHE, J. C.. **Seed Maturation**. In: Handbook of seed technology, Mississippi, Mississippi, State universsity, p. 17-21, 1971.
- DELOUCHE, J. C.. Seed quality and storage of soybeans, In Conference for scientists of Africa the middle east, and south Asia, 1975, *Procedings s.1., s. ed.*, p. 86-107, 1975.

- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. **Vigour determines performance of cottanseed.** cotton international, willonghby. n 24, p.65-70, 1970.
- DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. Acelerated aging techiningues for predicting the relate storability of seed lots. Seed Science and Tecnology, v.1, p427-452, 1973
- JK
*DELOUCHE, J. C.; CALDWELL, W.P.. Seed vigor and vigor test. Proc. Assoc. off. Seed Anal., v. 50, n 1, p.124-129, 1960.
- JK
*DELOUCHE, J. C.; POTTS, M. C. **Programa de sementes : planejamento e implantação.** 2 ed. Brasília : AGIPLAN. 1974, 138p.
- JK
*DELOUCHE, J.C.; POTTS, M.C.. **Precepts for seed storage.** In : Short Course for Seedsmen. Mississipi. Agricultural Experiment Station, p.95-105, 1968..
- DIAS, M.C.L. de ; CROCEHEMORE, M.L. Avaliação da qualidade de sementes. In: IAPAR. (Londrina, PR) **Produção de sementes em pequenas propriedades.** Londrina, 1993. (IAPAR, Circular, 77).
- DURÃES, F.O.M.; CHAMMA, H. M. C.; COSTA, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; BORBA, C. D. S.. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays L.*) : Associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n 1, p.13-18, 1995.
- DUTRA, A.S. Qualidade da semente de algodão herbáceo, em função do teor de umidade, condição de armazenamento e da embalagem na sua conservação. Mossoró: ESAM, 1996. 76p. **Dissertação Mestrado**
- FIGUEIREDO, R. M. F. de. Avaliação da qualidade fisiológica das sementes de arroz durante o armazenamento em várias localidades no Estado da Paraíba. Campina Grande - UFPB/CCT/DEAg, 1992. 62p. **Dissertação Mestrado.**
- FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. In : Qualidade fisiológica e sanitária de semente de soja. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1984. p.5-24 (EMBRAPA - CNPSo, Circular Técnica.)
- OK
*FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOSWSKI, F. C.. **Sementes enrugadas : Novo problema da soja.** Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 1990, 4p. (EMBRAPA - CNPSo. Comunicado Técnico, 49).
- FRANCO, J. A. A. **A cultura do gergelim e suas possibilidades no Nordeste.** Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A -Divisão de Agricultura, 1970. 69p.
- GODOY, I.J.; SAVY FILHO, A ; TANGO, J.S.; UNGARO, M.R.G.; MARIOTTO, P. R. **Programa Integrado de Pesquisa : oleaginosas.** São Paulo-SP: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, Coodenadoria da Pesquisa Agropecuaria, 1985. 33p.
- OK
*GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. Piracicaba-SP: Nobel, 1982. 403p.

- GOMES, J.P.. Comportamento da germinação e vigor de sementes de algodão herbáceo em diferentes tipos de embalagens, tratamentos e condições de conservação durante a sua armazenagem. Campina Grande-PB : UFPB/CCT/DEAg, 1992. 89p. **Dissertação Mestrado.**
- GURJÃO, K. C. de O.. qualidade fisiológica, nutricional e sanitária de sementes armazenadas de amendoim (*Arachis hipogaea* L.), produzidas no semi-árido nordestino. Campina Grande : UFPB/CCT/DEAg, 1995. 87p. **Dissertação Mestrado.**
- GUSTAFSON, R. J.. **Equilibrium moisture of shelled corn from 50 °F to 155 °F.** Urbane, Illinois, University of Illinois: 1972. 63p. M. Sc. Thesis
- HALL, C. W.. **Drying farm crops.** Ann Arbor: Edwards Brothers, 1971, 336p.
- HOWELL, R.W. Physiology of the soybeans. Advances in Agronomy, v. 12, p. 265-310, 1960
- HARRINGTON, J. F.. **The value of moisture-resistant containers in vegetable seed packaging.**, califórnia Agric. Expt. Sta., 1963. 23p., (Bolletim, 792).
- HARRINGTON, J. F.. **Drying, stored and packaging seeds to maintain germination and vigour.** In Proc. Miss. Short. Course for Seedsmen, p.89-107, 1959.
- HARRINGTON, J. F.. **Packaging seed storage and shipment.** Seed Science. e Technology,, v.1,n.31, p.701-9, 1973.
- HARRINGTON, J. F.. **Seed storing and longevity.** In : KOZLOWSKI, T. T. ed. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. v. 3, p.145-245.
- HENDERSON, S. M.. **A basic concept of equilibrium moisture.** Agricultural Engineering, St. Joseph, Michigan, v. 33, v 1, p.29-32, 1952.
- HENDERSON, S. M.. **Equilibrium moisture content of small grain hysteresis.** Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v. 13, n 6, p.762-764, 1970.
- HEYDECKER, W.. Vigour. In : ROBERTS, E. H. (ed) Viability of seeds. London: Shapman e Hall., 1972. p.209-252.
- HEYDECKER, W.. Vigour. In : ROBERTS, E. H. Viability of seeds., London: Shapman e Hall., 1972. p.207-252.
- HUBARD, J. E.; FARLE, F. R.; SENTI, F. R.. Moisture relations in wheat and corn. Cereal Chemistry, v. 34, n 6, p.422-432, 1957.
- JK
X ISELY, D.. Vigour test. In : Proceedings of the Association of official seed analysts. North Bruswich, , p.177-259, 1957.
- JUSTICE, O. L. e BASS, L.N.. **Principles and practices of seed storage.** Washington: U.S. Dep. Agric., 1978. 289p. (Agriculture Handbook, 506).

- KOSOSKI, A. R.. Dois métodos comparando a obtenção do equilíbrio higroscópico dos grãos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa - MG, v. 2, n 2, p.31-43, 1977.
- *OK LAGO, A. A. do; BANZATTO, N. V.; SAVY FILHO, A.; GODOY, I. J.. The longevity of seeds of two sesame cultivars. **Field Crop Abstracts**. v. 34, n 11, p.1044, 1981.
- *OK LAGO, A. A. do; SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; CAMARGO, O. B. de A.. Maturação e produção de sementes do gergelim IAC Ouro. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina -PR, ABRATES : v. 16, n 2, p.134-137, 1994.
- LOLLATO, M.A ; SHIOGA, M. A ; PÓLA, J.N. ; BARROS, A . S. do R.; MOTTA, C. A P. ; KRZYZANOWSKI, S.P. Produção de sementes em pequenas propriedades. In: Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina-PR. **Produção a campo e Processamento de Sementes** Londrina-PR,1993 p.9-42
- LUZ, C. da . Comparação de métodos diretos para determinação do teor de água de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 15, n 2, p.157-163, 1993.
- MAEDA, J. A.; COELHO, S. M. B. M.. Germinação e dormência de sementes de framboesa (*Rubus Idaeus L.*). **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina - PR. v. 17 - n 1, p.101-106, 1995.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: **Semana de atualização em produção de sementes**, 1., 1986, Piracicaba e Campinas-SP : Fundação Cargil, 1986. 270p.
- MARCOS FILHO, J. Maturidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.15, n.4, p.447-460, 1980.
- MARCOS FILHO, J.; PESCARIN, H.M.C.; KOMATSU, Y.H.; DEMETRIO, C.G.B.; FANCELLI, A L.; Testes para avaliação do vigor de sementes de soja e suas relações com a emergência das plântulas em campo. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**. Brasília-DF, v. 19, n. 5, p.605-618, 1984.
- *OK MARTINS NETTO, D.A.. Germinação de sementes de pau-de-balsa (*Cochroma pyramidale (CAV.) URB.*)-BOMBACACEAE. **Revista Brasileira de Sementes - ABRATES** Londrina-PR v. 16, n 02., 1994, p.159-162.
- *MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M.. Fontes de deterioração na produção de sementes de soja e respectivas anormalidades nas plântulas. **Revista Brasileira de Sementes - ABRATES**. v. 16, n 2, p.168-186, 1994.
- MATA, S. F. da . **Estudo do dimensionamento de coletor solar e secador**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1985. 252p. **Tese Doutorado**.
- MAYER, A. M.; POLIJAKOFF-MAYBER, A.. **The germination of seeds**. 4 ed. Great Britain : Pergmon Press, 1989. 270p.
- MAZZANI, B; ALLIEVI, J.. Primera información sobre el comportamiento del ajonjolí en un ensayo de rotación de cultivares en Maracay. **Agronomía Tropical**, v.19,n 2 , p.129-33, 1969.
- MAZZANI, B.. **Cultivo y mejoramiento de plantas oleaginosas**. Caracas: 1983. p.169 a 226.

- MAZZANI, B. Mejoramiento del ajonjoli en Venezuela. Macay, Ministério da Agricultura y Cria, 1962. 127p.
- MAZZANI, B.; ALLIEVI, J. Efectos de diferentes épocas de cosecha sobre los rendimientos y algunas características de la semilla en dos variedades de ajonjoli (*Sesamum indicum L.*). Agronomia Tropical, Maracay, Venezuela, v.16,n 3, p.223-228, 1966.
- MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A. C.; SILVEIRA, J. E. da ;VIEIRA, M. das G. G. C.; O, J. A.. Efeitos do tipo e da época da colheita sobre a qualidade da semente do algodão (*Gossypium hirsutum L.*). Ciência e Prática, Laurus-MG. v. 17. p.20-26, 1993.
- MELLO, R. V. de . **Contribuição ao desenvolvimento dos programas de sementes no nordeste brasileiro**. Brasília-DF : C. E. P., 1977, 60p.
- ✕ MENEZES, J.N. Maturação fisiológica em sementes do algodoeiro mocó. Areia: Universidade Federal da Paraíba- CCA, 1981. 52p. **Dissertação Mestrado**.
- MILLAN, A. J. Herança da velocidade de germinação de milho (*Zea mays L.*) "Piranão". Viçosa : UFV, 1976. 63p. **Dissertação Mestrado**.
- MOHSENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal material**. Gordson and Breach Science Publishers. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1978. 742p.
- MONTEIRO, M.R.; SILVEIRA, J.F. da. Comparação de recipientes para conservação de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**. V. 4, n.2, p. 47-62, 1982.
- MONTILLA, D.; MAZZANI, B.; CEDENO, T. **Mejoramiento genético del Ajonjoli (*Sesamum indicum L.*)**. Resea y lagros en Vezuela. In : IICA-BID-PROCIANDINO. CURSO CORTO TECNOLOGIA DE LA PRODUCTION DE AJONJOLI, Acarigua : B. Romakris hna, 1990. p1-67.
- OK
✕ MORAES, J. de S.. Qualidade fisiológica de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea L.*) acondicionadas em três embalagens e armazenadas em duas microrregiões do Estado da Paraíba. Campina Grande - PB : UFPB/CCT/DEAg, 1996. 99p. **Dissertação Mestrado**.
- NAKAGAWA, J. **Qualidade da semente - produção de semente**. Curso por tutoria a distância. ABEAS, , Módulo 2, p.20-21, 1987.
- OK
✕ NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C. A. e MACHADO, J. R.. Efeitos da adubação fosfatada no vigor das sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, , v. 2, n. 1, p.67-74,1980.
- NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A. e ALMEIDA, R.M.. Efeitos de maturação e dos métodos de secagem na qualidade fisiológica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**,. v. 8, n 3, p.83-97,1986.
- PANIAGO, C.F.A ; ANDRADE, D.F. de;TSURUTA, J.H.; CAMARGO NETO, J.; FESTA, M.M.; PEDROSAJR, M.R. ;PACHECO, O I.P.; EVANGELISTA, S.R.M. Software científico soc. Campinas-SP EMBRAPA/NITA, 1987.

- PASSOS, S.M.G.; CONECHIO FILHO, V. **Principais culturas**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1981 v.2, 400p.
- PEIXOTO, A.R. **Gergelim oil sésamo**. In : Plantas oleaginosas herbáceas. São Paulo, SP: Nobel, 1972, p. 6371.
- PELEGRINI, M.F.. Armazenamento de semente. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, v 91, p.56-60, 1982.
- PEREIRA, L. A. G.. **Planting dats and maturation relationships in soybean Mississippi**. St. Univ. 1982, 99p. Ph.D Thesis.
- JK
* PERRY, D. A.. Seed vigor and field establishment. Hort. Abstr. v. 42, p.334-342. 1972.
- PINHEIRO FILHO, J. B.. **An experimental study of the effect of intermittent drying of soybeans on quality and rate of drying**. Purdue, Purdue: University, 1976. Ph.D Thesis.
- PÓLA, J. N.. Efeito do retardamento de colheita sobre a germinação vigor e sanidade de semente de soja. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1979. 144p. **Dissertação Mestrado**.
- POLLOCK, B. M.; ROSS, E. E.. **Seed and Seeding vigor**. In : Kozlowsky, T. T., ed. Seed biology. New York: Academic Press, p.313-387, 1972 . p. 313-378.
- OK
* POPINIGIS F.. **Fisiologia da semente**. 8. ed. Brasilia-DF: Ministério da Agricultura/ AGIPLAN, 1985. 289p.
- OK
* POPINIGIS, F. Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento. In : **SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM**, Anais, Brasília-DF , v. 2, p.1-1, 1977.
- PRATA, F. da C.. Gergelim. In : **Principais culturas do nordeste**. Fortaleza-CE : Imprensa Universitária do Ceará, 1969. p. 153-162.
- PRIANTE FILHO, N.; CAMPELO Jr., J. H.; CANEPPELE, C. **Conservação de sementes de milho (*Zea mays L.*) submetidas a diferentes métodos de secagem**. Anais do XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Viçosa - MG. Anais . Viçosa: 1995. p.406.
- POTTS, H, C. Seeds; development structure, function. Mississippi, Mississippi, State University , 1971. p.37-51.
- PRIETO, M.L.S.; LEON, S.R.. Influencia de condiciones y periodos de almacenamiento sobre la germinacion de semilha de ajonjoli. Venezuela. CIARCO, v. 6, p35-40.1976.
- PUZZI, D.. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986, 603p.
- QUEIROZ, E. F.; NEWMAIER, N.; TORRES, E.; TERAZAWA, F.; PALHANO, J. B.; PEREIRA, L. A. G.; BIANCHETTI, A.; YAMASHITA, J.. **Recomendações técnicas para a colheita de soja**. Londrina-PR, EMBRAPA - CNPSo, 1978 32p.

- ROA, G. ; ROSSI, S. J. Determinação experimental de curvas de teor de umidade de equilíbrio mediante a medição da umidade relativa de equilíbrio. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa- MG, v. 2, n. 2, p. 17-22, 1977.
- ROBERTS, E.H. Physiology of ageing and its application to drying and storage seed. **Science & Technology**. p.359-72, 1981.
- ROCKLAND, L. B. A new treatment of higroscopic equilibrium applications to walnuts (*Juglans regia*) and other foods. **Journal of Food Science**, Davis, California, v. 22, n. 1, p.628-614, 1957.
- ROSSETO, C.A.V.; NAKAGAWA, J.; ROSOHLEM, C.A.. Efeito do momento da colheita e da calagem na qualidade fisiológica de sementes de amendoim (*Arachis Hipogaea L.*) CV. Batutatu. **Revista Brasileira de Sementes - ABRATES**. Londrina-PR. v. 16, n. 2, p138-146, 1994.
- ROSSI, S. J. e ROA, E.. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, 1980. 295p. (ACIESP, 22)
- ^{OK}
* SASSERON, J. L.. **Características dos grãos armazenados**. Viçosa-MG: Centreinar/UFV, 1980, 59p.
- SAVY FILHO, A.; BANZATTO, M.; LASCA, D. R. R.. **Gergelim IAC Ouro**. Campinas-SP : CECORDEXTRU/CATI/IAC, 1983. (Folder).
- SAVY FILHO, A.; BANZATTO, N. V.; VEIGA, R. F. A.. **Descrição morfológica do gergelim (*Sesamum indicul L.*) IAC Ouro**. Campinas-SP, Instituto Agrônômico, 1988. 12p. (IAC. Boletim Científico, 13).
- SAVY FILHO, A.; LAGO, A.A.. **Efeito da época de colheita na qualidade de sementes de amendoim**. Rev. Agrícola,v. 60, n.2 ,p.11-6, 1985.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J. ; BLUMENSCHHEIN, F. N. ; DALL'ACQUA, F. M.. **Técnicas de preparo do solo; efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação da água**. Goiânia- GO : EMBRAPA-CNPAP, 1984. 26p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 17).
- SEVERO, J. L.; LIN, S. S.. Efeito de colheita de soja no vigor e fitossanidade das sementes de soja. Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre - RS. v.17, n.2, p. 257-71, 1981.
- SHEELAVANTAR, M. N.; RAMANAGOWDA, P.; PANCHAL, Y. C.; PATIL, S. V.. Physiological maturity and seed viability in sesamun (*Sesamum Indicum L.*). Mysoren Journal of Agricultural Sciences. v.12, n.1, p.22-25, 1980.
- SILVA, de A. S. Software estatístico ASSISTAT G. 1 Departamento de Engenharia Agrícola - UFPPB, 1996
- SILVA, I. N.; PINHEIRO FILHO, J. B.. **Curvas de equilíbrio higroscópico do cacau**. Revista Brasileira de Armazenamento, Viçosa - MG. v. 4, n 2, p.31-38, 1979.

- SILVA, J. de S. E.. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora - MG: Instituto Maria, 1995. 509p.
- SILVA, P.F.C. da. **Gergelim Pecuária**, v.23, n. 109, p.40, 1983.
- SINGH, B. B.; GUPTA, D. P.. Seed quality in relation to harvesting at physiological maturity in soyben. Seed Sci. e Technol., Zurich, v. 10 , p.469-74, 1982.
- SINHA, R. N.; MUIR, W. E.. **Graing storage : part of system**. West-port, Connecticut: AVI Publishing Company, 1973. 58p.
- SOUSA, B.B. Uso de transformações que visam homogenicidade. Brasília: UNB, 1978.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; PHILLIPS, A. D.. Effects of field weathering the viability and vigor of soybean seed. Agronomy Journal. v.72, n.5 , p.749-53, 1980.
- TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B.; BALLE, J.; PFEIFFER , T.; FELLOWS, R. J. Physiological maturity in soybean. Agron. J. ; v.71, n. 5, p.771-775, 1979.
- *TOLEDO, F. F. ; MARCOS FILHO, J.. **Manual de sementes : tecnologia da produção**. São Paulo-SP, Agronômica CERES, 1977. 224p.
- VASCONCELOS, L.M.; GROTH, D.; RAZERA, L.F.. Influência do processo de secagem e do teor de umidade na germinação de sementes de café (*Coffea Arabica cv*) . catuai vermelho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20. , 1991 Londrina - PR. 1991, p.1467-1475.
- VIEIRA, R. B. de ; FREIRE, E. C.; BANDEIRA, C. T.. **Influência do tipo de embaiagem na preservação de semente de algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*)**. In : Congresso Brasileiro de Sementes, Campinas. Resumo. Brasília, ABRATES, 1983, 30p.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. de . Testes de vigor em sementes. Jaboticabal-SP : FUNEP/UNESP, 1994, 164p.
- *WEISS, E. A.. **Pest and diseases**. In : Castor, sesame and safflower. London, Leonard Hill, p.478-503,1971a..
- *WEBER, E.A Armazenagem agrícola. Porto Alegre-RS Kepler Weber Industrial, 1995, 400p.
- WEISS, E. A.. **Sesame in oil seed crops**. London: Logman. 1971b, p. 282-340.
- YOUNG, J. H.; NELSON, G. L.. Theory of hysteresis between sorption and desorption isotherms in biological materials. Transactions of the ASAE, St Joseph, Michigan, v. 40, n. 2, p.260-263, 1967.

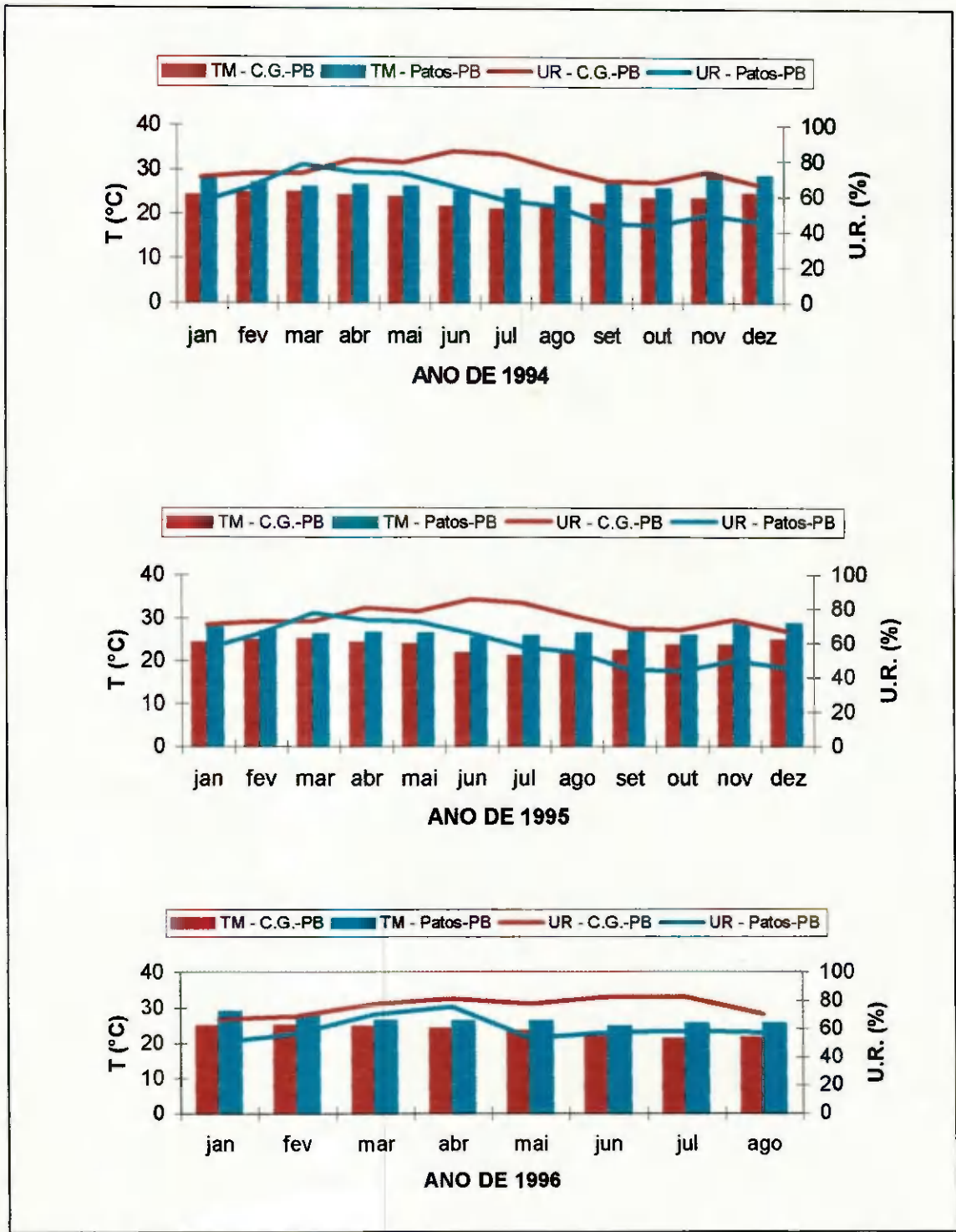


FIGURA 1A. Valores médios da temperatura e umidade relativa do ar durante o experimento

TABELA 1A. Valores médios da germinação (%), vigor(%), teor de umidade(%) e matéria seca (%) das sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.), cultivar CNPA G₃ obtidos do período da antesis a maturação fisiológica.

	Período (semana)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Germ(%)	0	0	0	0	0	0	32,2	65,7	47,0	74,2	73,2	92,2	94,0	98,5
Vigor(%)	0	0	0	0	0	0	16,7	31,2	36,2	67,2	61,7	90,5	93,2	97,5
Umid(%)	92,0	89,5	84,8	69,9	48,6	36,6	36,6	31,9	32,4	28,5	26,9	22,9	24,9	25,2
M.S (%)	8,0	10,5	15,1	30,1	51,4	63,4	63,4	68,1	67,5	71,5	73,1	77,1	75,1	74,8

TABELA 2A. Análise de variância e coeficiente de variação do vigor (cm) de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos - PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
Emb	2	8,0453	4,0227	6,20	**
Amb	2	56,4132	28,2066	43,51	**
Tempo	7	828,1938	118,3134	182,50	**
Emb x Amb	4	3,9780	0,9945	1,53	Ns
Emb x Tempo	14	11,3159	0,8083	1,25	Ns
Amb x Tempo	14	92,9071	6,6362	10,24	**
Emb x Amb x Tempo	28	14,3871	0,5138	0,79	Ns
Resíduo	216	140,0322	0,6483		
Total	287	1155,2727	41,4874		

** Significativo ao nível de 1 % probabilidade

ns Não significativo

TABELA 3A. Valores médios de vigor para embalagem, ambiente e período de armazenamento de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante treze meses de armazenamento

Embalagem	Ambiente		Período		
E1	2,7513ab	A1	2,5594 b	P0	1,2233 e
E2	2,6057 b	A2	2,3995 b	P1	2,4444 d
E3	3,0099 a	A3	3,4080 a	P2	6,1406 a
				P3	4,6233 b
				P4	3,2264 c
				P5	2,3828 d
				P6	1,2150 e
				P7	1,0558 e

DM1 = 0,2742 DM2 = 0,2742 DM3 = 0,5811 MG = 2,7890 CV% = 28,8699
 As medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

TABELA 4A. Valores médios de vigor (cm) em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para interação *embalagem x temperatura* durante 13 meses de armazenamento

Embalagem	Ambiente			Médias
	A1	A2	A3	
E1	2,53 Bab	2,21 Bb	3,52 Aa	2,75
E2	2,32 Bb	2,21 Bb	3,29 Aa	2,61
E3	2,83 Ba	2,78 Ba	3,42 Aa	3,01
Medias	2,56	2,40	3,41	2,79

Dms/coluna = 0,47 (letras minúsculas)
 Dms/linha = 0,47 (letras maiúsculas)

TABELA 5A. Valores médios do vigor (cm) de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para interação *embalagem x tempo* durante 13 meses de armazenamento.

Período	Embalagem			Médias
	E1	E2	E3	
P0	1,23 dA	1,23 efA	1,22 eA	1,22
P1	2,42 cA	2,44 cdA	2,47 cDA	2,44
P2	5,60 aB	6,18 aAB	6,64 aA	6,14
P3	4,59 bA	4,30 bA	4,98 bA	4,62
P4	3,36 cA	3,15 cA	3,16 cA	3,23
P5	2,52 cA	1,95 deA	2,68 cA	2,38
P6	1,07 dA	0,95 efA	1,63 deA	1,22
P7	1,22 dA	0,65 fA	1,30 eA	1,06
Médias	2,75	2,61	3,01	2,79

DMS/coluna = 0,78 (letras minúsculas)

DMS/linha = 1,01 (letras maiúsculas)

TABELA 6A. Análise de variância e coeficiente de variação do Teor de umidade de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos -PB e Campina Grande - PB e em condições controladas de câmara seca.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	**
Emb	2	0,8008	0,4004	7,60	**
Amb	2	21,8887	10,9443	207,63	**
Tempo	7	192,9976	27,5711	523,05	**
Emb x Amb	4	2,2354	0,5588	10,60	**
Emb x Tempo	14	3,1137	0,2224	4,22	**
Amb x Tempo	14	22,3279	1,5948	30,26	**
Emb x Amb x Tempo	28	4,0022	0,1429	2,71	**
Resíduo	216	11,3857	0,0527		
Total	287	258,752	41,4874		

** Significativo ao nível de 1 % probabilidade

TABELA 7A. Valores médios do Teor de umidade para embalagem, ambiente e período de armazenamento de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) durante treze meses de armazenamento

Embalagem	Ambiente		Período		
E1	6,0875 b	A1	6,4792 a	P0	6,4944 b
E2	6,2042 a	A2	6,1042 b	P1	5,8667 c
E3	6,0969 b	A3	5,8052 c	P2	5,3722 e
				P3	5,7417 cd
				P4	5,1222 f
				P5	7,3889 a
				P6	7,3972 a
				P7	5,6528 d

DM1 = 0,0782 DM2 = 0,0782 DM3 = 0,1657 MG = 6,1295 CV% = 3,7457

As medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si

TABELA 8A. Análise de variância e coeficiente de variação de matéria seca de sementes de gergelim armazenadas em três diferentes embalagens nas condições ambientais de Patos e Campina Grande e em condições controladas de câmara seca.

Fonte de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	**
Emb	2	3,1667	1,5833	17,10	**
Amb	2	21,3333	10,6667	115,20	**
Tempo	7	180,5556	25,7937	278,57	**
Emb x Amb	4	-1,50000	-0,3750	-4,05	ns
Emb x Tempo	14	-0,8889	-0,0635	-0,69	ns
Amb x Tempo	14	20,4444	1,4603	15,77	**
Emb x Amb x Tempo	28	5,3889	0,1925	2,08	**
Resíduo	216	20,0000	0,0926		
Total	287	248,5000			

** Significativo ao nível de 1 % probabilidade

ns Não significativo

TABELA 9A. Valores médios de matéria seca (%) em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para interação *embalagem x ambiente* durante 13 meses de armazenabilidade.

Embalagem				
	A1	A2	A3	Médias
E1	93,49 Cb	93,91 Ba	94,25 Aa	93,88
E2	93,41 Cb	93,88 Ba	94,11 Aa	93,80
E3	93,68 Ba	94,03 Aa	94,11 Aa	93,94
Medias	93,53	93,94	94,15	93,87

DMS/coluna = 0,18 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,18 (letras maiúsculas)

TABELA 10A. Valores médios de matéria seca de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) para interação *embalagem x tempo* durante 13 meses de armazenamento.

Período	Tipo de Embalagem			Medias
	E1	E2	E3	
P0	93,52 dA	93,52 dA	93,52 dA	93,52
P1	94,10 cA	93,99 cA	93,93 cA	94,01
P2	94,62 abA	94,67 bA	94,62 aBA	94,63
P3	94,22 cA	94,20 cA	94,36 bA	94,26
P4	94,91 aA	94,80 bA	94,92 aA	94,88
P5	92,73 eA	92,57 aA	92,85 eA	92,72
P6	92,66 eA	92,51 eA	92,73 eA	92,63
P7	94,29 bcB	94,14 cB	94,59 aBA	94,34
Medias	93,88	93,80	93,94	93,87

DMS/coluna = 0,29 (letras minúsculas)

DMS/linha = 0,38 (letras maiúsculas)

TABELA 11A. Valores médios de teor de umidade , germinação e vigor, obtidos durante o processo de secagem natural em sementes de gergelim.

	Tempo (dias)					
	0	7	14	21	28	35
T. U.(%)	20,15	13,33	7,39	7,23	7,83	6,1
Germ. (%)	91,5	75,25	73,25	85,00	82,50	86,75
Vigor (%)	87,5	60,25	60,25	74,50	86,75	86

TABELA 12A. Valores médios de umidade equilíbrio de sementes de gergelim, obtidos para as temperaturas de 20, 30 e 40 °C.

UR (%)	Temperatura (°C)		
	20	30	40
	Umidade de equilíbrio (% b.s.)		
85,0	7,45	7,34	5,44
70,0	4,18	3,93	3,13
50,3	2,24	1,75	1,41
29,0	1,54	1,30	0,23
17,0	1,24	1,23	0,11