

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
PRO REITORIA PARA ASSUNTOS DO INTERIOR
CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRICOLA

ESTUDO SOBRE AS ALTERAÇÕES DE ALGUMAS CARACTERISTICAS QUIMICAS E
FISIOLOGICAS DO FEIJAO MULATINHO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM
FUNÇÃO DE ARMAZENAGENS ALTERNATIVAS A NIVEL DE PEQUENO PRODUTOR.

LUIZA EUGENIA DA MOTA ROCHA CIRNE

Campina Grande, Paraíba

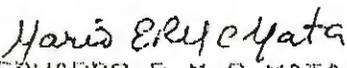
Fevereiro de 1992

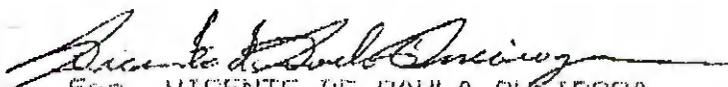
ESTUDO SOBRE AS ALTERAÇÕES DE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS DO FEIJÃO MULATINHO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM CONDIÇÕES DE ARMAZENAGENS ALTERNATIVAS A NÍVEL DE PEQUENO PRODUTOR.

LUIZA EUGENIA DA MOTA ROCHA CIRNE

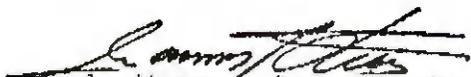
DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28/02/1992.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. MARIO EDUARDO R.M.C. MATA
Orientador


Eng. VICENTE DE PAULA QUEIROGA
Doutor - EMBRAPA


Prof. JOSE A. HERMENGIR RIOS
Doutor - UNICAMP


Prof. Marcos Antonio Scaico
MSc - UFPB

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro de 1992

LUIZA EUGENIA DA MOTA ROCHA CIRNE

ESTUDO SOBRE AS ALTERAÇÕES DE ALGUMAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E FISIOLÓGICAS DO FEIJÃO MULATINHO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM FUNÇÃO DE ARMAZENAGENS ALTERNATIVAS A NÍVEL DE PEQUENO PRODUTOR.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do Grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLAS

ORIENTADORES: MARIO EDUARDO R. M. CAVALCANTI MATA (M.Sc.)

MARCOS ANTONIO SCAICO (M.Sc.)

Campina Grande, Paraíba

1992

A meus pais

A Carlos Augusto Medeiros Cirne

A Maria Eugenia e Maria Luiza

A memória dos meus avós

A memória de Manoel da Costa Cirne

AGRADECIMENTOS

Ao terminar este trabalho quero agradecer a DEUS pela constante presença em todos os momentos de sua realização e por todas as pessoas colocadas no meu caminho que de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão deste trabalho, de forma muito especial agradeço:

Aos Orientadores Prof. Mário Eduardo R.M.C. Mata e Prof. Marcos Antonio Scaico pelos conhecimentos e orientações imprescindíveis durante todos os momentos desta pesquisa.

A Universidade Federal da Paraíba, através do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade que me foi concedida para cursar o mestrado.

Aos meus pais que me deram a oportunidade e o apoio necessários no alcance desta meta.

A meu marido e filhas pelo carinho e apoio emocional que me foi dado no decorrer do trabalho.

Ao Agrônomo M.Sc. em estatística experimental José Wellington dos Santos (EMBRAPA/CNPA) pelos esclarecimentos necessários à análise estatística.

A Engenheira Química Rosa Maria Mendes Freire e demais membros do laboratório de análises químicas (EMBRAPA/CNPA) que contribuíram para a realização deste trabalho.

A professora Marcia Roseane Targino de Oliveira pelo leal auxílio.

Aos amigos José Wallace Barbosa do Nascimento e Maria do Socorro Freire pela lealdade e apoio constantes.

A indústria de produtos de fibra de vidro EQUIFIBER pela colaboração dada a este trabalho.

A Edilberto Bezerra de Souza pelo incentivo que me foi dado para fazer o mestrado.

Agradeço ainda o companheirismo dos colegas Juarez, João Miguel, Josivanda, Amaro, Renato, Mozaniel, Rosana, Alexandre, Jemil, Jasiel, Aíron, Janeide, Dona Margarida, Senhor Manoel, Luizinho, Edson, Flavio, Gersonilson, demais membros do Departamento de Engenharia Agrícola e Núcleo de Tecnologia em Armazenagem.

BIOGRAFIA

LUIZA EUGENIA DA MOTA ROCHA CIRNE, filha de Luiz Rocha Sobrinho e Margarida da Mota Rocha, nasceu na cidade de Campina Grande-PB, em 27 de Março de 1963.

Em 1987, graduou-se em Engenharia Agrícola na Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Campina Grande e em 1988, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola e em Setembro de 1991 passou a compor o quadro de docentes do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba.

SUMARIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
RESUMO	xviii
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. OBJETIVOS	4
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Armazenagem	5
2.2. Qualidade Fisiológica	8
2.3. Proteína	12
2.4. Carboidratos e Açúcares.....	13
2.5. Umidade das Sementes	16
2.6. Escurecimento Enzimático	18
2.7. Cocção	21
3. MATERIAIS E MTODOS	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1. Teor de Proteína	28
4.2. Teor de Carboidratos Totais	36
4.3. Teor de Açúcares Redutores	43

4.4. Teor de Umidade	51
4.5. Vigor das Sementes	60
4.6. Germinação das Sementes	69
4.7. Tempo de Cocção	78
4.8. Coloração do Tegumento	81
5. CONCLUSÕES	84
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87
ANEXO 1	95
ANEXO 2	96
ANEXO 3	99
ANEXO 4	100
ANEXO 5	101
ANEXO 6	102
ANEXO 7	103

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

PAGINA

01 Aspecto das sementes de feijão
mulatinho após seis meses de
armazenamento (P_7) em silos
grandes (S_2) sem adição de
casca de laranja seca e moída
(T_1).

82

LISTA DE TABELAS

TABELA		PAGINA
01	Valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	29
02	Resumo de análise da variância dos teores de proteína das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	30
03	Valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tamanho de silo e Período de armazenagem.	31
04	Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tamanho de silo.	33

TABELA

PAGINA

05	Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenamento.	34
06	Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Tamanho de silo X Período de armazenamento.	35
07	Valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	37
08	Resumo de análise da variância dos teores de carboidratos totais das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	38

TABELA

PAGINA

09	Valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para o fator Período.	39
10	Comparação entre os valores do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tratamento.	40
11	Comparação entre os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tamanho de silo.	41
12	Comparação entre os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenagem.	42

TABELA

PAGINA

13	Valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	44
14	Resumo de Análise da variância dos teores de açúcares redutores das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	45
15	Valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição e Período de armazenagem.	46
16	Comparação entre os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tratamento.	48

TABELA

PAGINA

17	Comparação entre os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenamento.	49
18	Comparação entre os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Período X Tamanho de silo.	50
19	Valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	52
20	Resumo de análise da variância dos teores de umidade das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	53

TABELA

PAGINA

21	Valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tamanho de silo e Período de armazenagem.	54
22	Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tratamento.	55
23	Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tamanho de silo.	57
24	Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenamento.	58

TABELA

PAGINA

25	Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento X Tamanho de silo.	59
26	Valores médios de vigor das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	61
27	Resumo de análise da variância do vigor das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	62
28	Valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem.	63

TABELA

PAGINA

29	Comparação entre os valores médios de vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tratamento.	64
30	Comparação entre os valores do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenamento.	65
31	Comparação entre os valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Tratamento X Período de armazenamento.	67
32	Comparação entre os valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento X Tamanho de silo.	68

TABELA

PAGINA

33	Valores médios de germinação das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.	70
34	Resumo de análise da variância da germinação das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.	71
35	Valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem.	72
36	Comparação entre os valores médios de germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tratamento.	73
37	Comparação entre os valores médios de germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Tamanho do silo.	74

TABELA

PAGINA

38	Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição X Período de armazenamento.	75
39	Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Tratamento X Período de armazenamento.	76
40	Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento X Tamanho de silo.	77
41	Tempo ideal de cocção das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho (em minutos).	79

R E S U M O

Através de testes e análises de laboratório, foram estudadas as alterações da coloração do tegumento, do tempo ideal de cocção, dos percentuais de vigor e germinação e dos teores de proteína, carboidratos totais, açucares redutores e umidade de sementes do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris*) em função de diferentes tipos de armazenagem.

As sementes foram acondicionadas durante seis meses em diferentes condições de tamanho de silo, de isolamento térmico e da presença de casca de laranja como aditivo, sendo analisadas mensalmente.

Foi observado que os teores de proteína e carboidratos totais, assim como os percentuais de vigor e germinação sofreram uma redução significativa durante o período de armazenagem. Ao final desse período, foi verificado um acréscimo dos teores de umidade e do tempo de cocção das sementes, bem como um escurecimento do seu tegumento. O experimento indica que as menores perdas das características químicas e fisiológicas estudadas de maneira global se dão no silo de resina poliéster reforçado com fibra de vidro.

SUMMARY

Through laboratory's tests and analysis, the alterations of the tegument coloration, cooking ideal time, vigor and germination percentages and protein contents, entire carbohydrate, reducing sugars and seeds moisture of "MULATINHO" bean (*Phaseolus vulgaris*) were studied in term of different types of storage.

Seeds were packed during six months in different conditions of silo size, thermal insulation and presence of orange peel as additive, being investigated monthly.

It was noted that protein contents and entire carbohydrate, as vigor and germination percentages Suffered a redution during storage period. In the last of this period, it was checked a increase of moisture contents and cooking ideal time of seeds as well as a darkening of its tegument.

1. INTRODUÇÃO

O feijão de vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta leguminosa da família das fabáceas, originária do continente americano. Introduzido no mercado brasileiro, este feijão teve pronta aceitação e alcançou boas cotações, despertando grande interesse nos agricultores, especialmente a variedade "mulatinho", que passou a ser bastante cultivada na região Nordeste.

A importância econômico-social do feijão mulatinho na região pode ser verificada pela grande extensão de área em que é cultivado e pela alta demanda do produto no mercado, que constitui hoje a principal fonte nutricional e energética do consumidor nordestino (MAFFIA *et alli*, 1982).

Em virtude das adversidades climáticas do Nordeste, foram desenvolvidas e implementadas técnicas de irrigação que garantissem uma boa produção de grãos, sendo que, para assegurar a rentabilidade desses investimentos, torna-se necessária a introdução de novas tecnologias nos setores subsequentes, como as de processamento e armazenagem da produção (CAVALCANTI MATA, 1987).

De um modo geral, o agricultor nordestino processa e armazena seus produtos de forma inadequada às condições regionais. Após a colheita, o produto geralmente é seco com energia natural, por exposição ao sol, porém fica sujeito às variações ambientais de temperatura e umidade. A seguir, sem os cuidados de uma inspeção prévia de contaminação por fungos e insetos, o produto é armazenado em recipientes metálicos, impróprios para uma região onde a temperatura geralmente varia entre 25 e 40°C (CAVALCANTI MATA, 1987).

Com o decorrer do tempo, os grãos armazenados passam a sofrer um aquecimento proveniente do meio exterior, devido à alta condutividade térmica das paredes do recipiente armazenador. Esse aquecimento provoca um aumento da taxa respiratória dos próprios grãos, implicando num acréscimo da liberação de gás carbônico e de água, além da produção de mais calor. O processo contínuo de aumento de umidade e temperatura passa a tornar o ambiente favorável ao desenvolvimento de fungos e insetos, provocando assim a degradação do produto armazenado (PUZZI, 1986).

Além dessa degradação, outros fatores podem afetar a qualidade dos grãos e sementes. No feijão, especificamente, por

efeito da temperatura e luminosidade, ocorre o escurecimento enzimático, provocando uma alteração no odor e sabor do produto, além de proporcionar um aumento no tempo de cocção. Nas sementes, este fator pode determinar o aumento do número de sementes dormentes e a diminuição de sua viabilidade.

O escurecimento enzimático em tecido vegetal é causado principalmente pela oxidação de fenóis endógenos, através da ação das polifenol-oxidases (PPOs) e a subsequente polimerização não-enzimática da O-quinona, formando pigmentos escuros denominados melaninas. Vários mecanismos tem sido explorados para prevenir e/ou retardar as modificações que ocorrem na coloração do tecido vegetal, tais como: calor, sulfito, ácido cítrico, ácido ascórbico, açúcar, etc. (ARAUJO, 1985). CAVALCANTI MATA (1987) utilizou casca de laranja seca e moída na proporção de 4g por quilo de sementes de feijão macassar, com o propósito de eliminar estes efeitos enzimáticos, com resultados satisfatórios.

Por essas razões, torna-se de fundamental importância a implementação de processos de isolamento térmico dos recipientes armazenadores e de tratamentos preventivos contra o escurecimento dos grãos, através de técnicas que possam ser absorvidas pelos pequenos produtores e sejam coerentes com a realidade econômica e social da região. A difusão e utilização generalizada dessas técnicas poderão contribuir para a diminuição do percentual de perdas da produção no período de armazenamento, beneficiando diretamente o produtor e concorrendo para o acréscimo da produção nacional.

1. 1. Objetivo:

Considerando a indisponibilidade de recursos sofisticados e as dificuldades que os pequenos produtores nordestinos enfrentam para controlar os efeitos dos fatores ambientais, o presente trabalho teve como objetivos :

1. Avaliar a eficiência dos distintos armazenamentos com diferentes processos de isolamento térmico.
2. Observar as condições das sementes expurgadas e tratadas com casca de laranja durante o armazenamento, utilizando-se silos de diferentes capacidades e tamanhos.
3. Determinar a influência destes na composição química, do ponto de cocção , na coloração e na qualidade fisiológica das sementes de feijão durante o período de seis meses de armazenamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Armazenagem:

CARVALHO & NAKAGAWA (1979) reconhecem 4 tipos de armazenamento de acordo com a finalidade a que se destinam as sementes: sementes comerciais, estoques reguladores, sementes básicas e bancos de germoplasma, sendo que todos os tipos tem por objetivo conservar a viabilidade das sementes.

DELOUCHE & POTTS (1968) afirmam que o armazenamento de sementes é feito visando atender a duas situações: a primeira é guardar as sementes no período que sucede a colheita e antecede a comercialização, e a segunda é a de preservar a qualidade fisiológica das sementes.

Harrington (1972), citado por BOSCO (1978), afirma que o período de armazenamento tem início após as sementes atingirem o ponto de maturação fisiológica, começando a partir daí o processo de deterioração, motivado por fatores climáticos e pela colheita e processamento inadequados, além da ação de insetos e doenças.

POPINIGIS (1975) diz que a preservação da qualidade das sementes armazenadas é função primordial de alguns fatores, como:

- a) qualidade inicial das sementes;
- b) teor de umidade com que se encontram as sementes;
- c) temperatura ambiente e
- d) interação entre teor de umidade, temperatura e embalagem.

DELOUCHE & POTTS (1968), ao discorrerem sobre o armazenamento, afirmam que os diversos problemas surgidos neste período originam-se dos seguintes fatores:

- a) sementes de baixa qualidade (deterioração no campo ou dano sofrido durante a colheita e processamento);
- b) sementes mal secadas, armazenadas a granel;
- c) sementes submetidas a armazenamento prolongado;
- d) sementes sensíveis ao armazenamento e
- e) sementes armazenadas em locais úmidos ou quentes, com pouco ou nenhum arejamento.

MOORE (1973), quando se refere a lotes de sementes, informa que estes podem apresentar comportamentos distintos em condições específicas de armazenamento e que tal fato deve-se a perturbações frequentes, mas pouco conhecidas. Estas perturbações se manifestam comumente nas sementes após a maturação, deixando-as delimitadas e, em consequência, apresentando baixo potencial de armazenamento. DELOUCHE (1971), ainda ao se referir a estas perturbações, afirma que este processo de deterioração é irreversível e variável entre as espécies, entre as sementes de uma mesma espécie e entre as sementes do mesmo lote.

MEYER (1960) afirma que a armazenagem de grãos e sementes por longos períodos teve grande importância na história, entretanto, que existem alguns problemas decorrentes desse procedimento. Sementes são compostas de células vivas e, durante a armazenagem, respiram continuamente, com a utilização de oxigênio e liberação de dióxido de carbono e calor. A baixo teor de umida-

de, a taxa de respiração é baixa, mas grãos e sementes com teores de umidade acima do crítico, aumentam rapidamente a respiração, causando aquecimento da massa de grãos e sementes e, conseqüentemente, danos ao produto armazenado. Segundo o mesmo autor, para o caso específico do trigo, ficou demonstrado que a umidade dos grãos e sementes acima de 14% ou 15% representava o nível em que os fungos presentes nos grãos e sementes começam a se desenvolver, e que o efeito da sua respiração é adicionado ao dos grãos e sementes, acelerando dessa forma a produção de dióxido de carbono e calor.

CHRISTENSEN (1974) afirma que os principais fatores que controlam a respiração dos grãos e sementes são: umidade, temperatura, aeração e condições prévias. Os efeitos das mudanças atmosféricas na temperatura das paredes dos silos de armazenagem e o calor produzido por bolsas de infestações de insetos, são causas frequentes dos gradientes de temperatura nos grãos e sementes armazenadas, que resultam no deslocamento de umidade e mudanças deteriorativas provenientes do local de umidades excessivas.

LINKO *et alii* (1960) mostram que, com a adição da respiração dos fungos, o metabolismo do embrião da semente é afetado pelo umedecimento das sementes secas, resultando em mudanças bioquímicas.

2.2. Qualidade Fisiológica

A qualidade fisiológica da semente constitui o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade, sendo caracterizada pela sua germinação, seu vigor e sua longevidade (POPINIGIS, 1985).

Ainda para esse autor, a maturação compreende as transformações morfológicas, fisiológicas e funcionais que se sucedem no óvulo fertilizado e que culminam com a chegada da semente ao ponto de máximo peso de matéria seca. Neste ponto, a semente atinge também o máximo poder germinativo e o máximo vigor, sendo por isso denominado ponto de maturidade fisiológica.

CARVALHO & NAKAGAWA (1979) salientam que sementes colhidas antes ou depois do ponto de maturidade fisiológica têm menor potencial de armazenamento, seja por não terem atingido o máximo vigor ou por já terem iniciado o processo de deterioração.

DELOUCHE (1971) considera que o armazenamento constitui o método pelo qual a viabilidade das sementes pode ser preservada mantendo-se um vigor razoável no período que se estende desde a colheita até a semeadura seguinte. No entanto, assim como POPINIGIS (1975), aquele autor afirma que a qualidade das sementes não é melhorada quando da realização do armazenamento, principalmente se este é feito com sementes mal arejadas e mecanicamente danificadas, onde a perda da qualidade é acelerada. Com base nestas

observações, é que DELOUCHE & POTTS (1968) afirmam não ser compensador proporcionar condições ótimas de armazenamento às sementes quando não forem realizadas corretamente as operações de colheita, secagem, beneficiamento e embalagem.

A germinação da semente é também muito importante, por várias razões. Caracterizada como o ponto crucial no ciclo reprodutivo, ela é essencial nos diversos usos das sementes, serve como índice de segurança da armazenagem e estabelece mudanças bioquímicas e fisiológicas da planta (CHRISTENSEN, 1974).

O conhecimento da composição química é de grande interesse na produção de sementes, porque tanto o vigor como o potencial de armazenamento são influenciados pelo teor dos compostos presentes. Muito importante também é a influência da composição química da semente no gasto de energia para produzir novas plantas (SINCLAIR & WIT, 1975).

X Para CARVALHO & NAKAGAWA (1979), os fatores que afetam o vigor e a germinação são: carga genética; condições de campo; danos mecânicos; infestação por microorganismos e insetos; condições ambientais durante o armazenamento; idade, densidade e tamanho da semente e baixa temperatura durante a embebição.

O alto teor de umidade é a maior causa de reduções na qualidade fisiológica da semente armazenada. Segundo HARRINGTON (1972), diferentes níveis de umidade na semente criam condições diversas no armazenamento, que podem ser assim resumidas:

- a) teor de umidade superior a 45/60 % - a semente germina;
- b) teor de umidade entre 18/20 % e 45/60 % - a velocidade respiratória da semente e de microorganismos presentes é muito elevada;
- c) teor de umidade entre 12/14 % e 18/20 % - pode ocorrer o desenvolvimento de microorganismos, especialmente se a semente estiver danificada. Além disso, a semente também respira ativamente, o que causa rápida perda de germinação e de vigor;
- d) teor de umidade entre 8/9 % e 12/14 % - há uma redução ou supressão na atividade dos insetos presentes;
- e) teor de umidade entre 4 e 8 % - favorável ao armazenamento em embalagens impermeáveis.

Segundo o mesmo autor, para que a qualidade da semente seja assegurada, é necessário que ela seja colhida, seca e beneficiada eliminando-se os fatores desfavoráveis que reduzem a qualidade fisiológica durante essas operações. No entanto, a própria operação de secagem pode predispor as sementes a uma rápida perda de germinação e vigor durante o armazenamento.

Os principais fatores envolvidos no processo de secagem são a temperatura que a semente atinge e o tempo de exposição a essa temperatura. Além disso, as sementes mais úmidas são mais sensíveis à temperatura, portanto, quanto maior o seu teor de umidade, menor deve ser a temperatura empregada na secagem (POPI-NIGIS, 1985).

HARRINGTON (1972) recomenda as seguintes temperaturas máximas para secagem de sementes de cereais:

- a) se a umidade da semente estiver acima de 18%, a temperatura máxima de secagem deve ser de 32°C;
- b) se a umidade estiver entre 10 e 18 %, a temperatura máxima deve ser de 38°C e
- c) se a umidade estiver abaixo de 10 %, a temperatura máxima de secagem deve ser de 43°C.

Alguns estudos mostram que as sementes podem atingir temperaturas mais elevadas que as indicadas sem que ocorra redução imediata do seu poder germinativo, porém, que nessas condições, elas sofrem redução no vigor e perdem rapidamente seu poder germinativo durante o armazenamento.

ALMEIDA (1981), ao estudar o efeito da temperatura e da umidade relativa do ar sobre a germinação e vigor das sementes de algodão *Gossypium hirsutum*, observou que:

1. a germinação e o vigor decresceram com o tempo de armazenamento,
2. para umidades relativas acima de 50 % , quanto maior a temperatura, mais acentuada foram as perdas de germinação e do vigor das sementes ao longo do armazenamento e
3. a menor perda de germinação e vigor em valores absolutos foi obtida com as sementes expostas a 20°C , 50 % de umidade relativa e teor de umidade da semente de 7,6 % b.u.

2.3. Proteína

As proteínas constituem os componentes básicos de toda célula viva. São polímeros de aminoácidos sintetizados biologicamente na célula e funcionam como componentes estruturais, materiais de reserva e enzimas (CARVALHO & NAKAGAWA, 1979).

As proteínas são encontradas em todos os tecidos das sementes, apresentando-se em maiores concentrações no embrião. Entretanto, como na maioria dos cereais o endosperma representa a maior percentagem em peso da semente, a maior contribuição da proteína é dada por esta parte, diferindo portanto das espécies em que os materiais de reserva são acumulados nos cotilédones, como é o caso do feijão (KENT, 1971). Referindo-se à distribuição de proteínas no endosperma de cereais, esse autor afirma que as concentrações diminuem da periferia para o centro. ZIMMERMAN *et alii* (1988), constataram uma situação semelhante nos cotilédones de sementes de grão-de-bico, onde o teor de proteína nas partes mais externas foi de 25,7% e nas mais internas de 19,41% .

De acordo com PIXTON & HILL (1967), em trigo armazenado por 8 anos sob condições de armazenagem comercial, encontrou que o teor de proteína se manteve inalterado.

JONES & GERSDORFF (1941), ao estudarem as trocas ocorridas durante o armazenamento em sementes de trigo, milho, soja e seus produtos, mostraram que houve redução na solubilidade e digestibilidade da proteína, acompanhada de um aumento em amino-nitrogênio e redução da proteína verdadeira. Estas trocas verifi-

caram-se mais rapidamente nos produtos moidos do que nos grãos inteiros.

da

Calculando-se o teor de proteína total das sementes com base no teor de nitrogênio, este é tido como inalterado durante o armazenamento, entretanto, SHUTT (1909-1911), e DAFTARY *et alii* (1970), ao armazenarem trigo por período prolongado, verificaram um pequeno aumento no teor de proteína das sementes, fato este atribuído segundo estes autores à degradação dos carboidratos durante o processo respiratório das sementes.

KOZLOVA E NEKRASOVA (1956) estudaram as mudanças na qualidade da proteína em farinha de trigo armazenada às temperaturas e umidades relativas anuais de 1 a 20°C e 42 a 80%, respectivamente. Ao longo do armazenamento, as características hidrofílicas e a agregação das moléculas de proteína foram diminuindo, resultando na redução das substâncias solúveis em água.

2.4. Carboidratos

MEYER (1960) caracteriza a semente de um cereal como sendo composta de três partes principais: 1) o embrião ou germe, do qual novas plantas são formadas; 2) o endosperma, que armazena e fornece alimento para o embrião e 3) a casca, que serve de envoltório e proteção para o embrião e endosperma. Quimicamente, a casca é muito diferente das demais partes da semente, possuindo grande quantidade de fibra e cinzas e uma regular quantidade de óleo, enquanto que o embrião é rico em lipídeos, nitrogênio e cinzas e o endosperma é composto por células que contém grande quantidade de amido.

Os hidratos de carbono são quantitativamente os componentes mais importantes nos cereais, formando aproximadamente 83% da matéria seca total das sementes de trigo, cevada, centeio, milho, sorgo e arroz e cerca de 79% na aveia (KENT, 1971). Entre os carboidratos, os mais importantes são: o amido, que é o predominante, a celulose, a hemicelulose, os pentosanos, as dextrinas e os açúcares.

Entre os açúcares presentes nas sementes, encontram-se monossacarídeos como glucose, frutose e galactose; dissacarídeos, como sacarose e, ainda, oligossacarídeos, como rafinose e estaquiose. As proporções destes mostram-se variáveis dentro da espécie, em função dos cultivares, como foi verificado por YAZDISAMADI *et alii* (1977) durante a formação e desenvolvimento das sementes de soja e milho, quando ocorreram algumas variações nos teores dos diferentes açúcares.

PIXTON & HILL (1967), observando o teor de açúcares em trigo durante o armazenamento, observaram que após 6 anos de armazenamento o teor de açúcares solúveis totais havia diminuído sensivelmente.

TAUFEL *et alii* (1959) forneceram condições ótimas de armazenamento ao trigo visando observar as concentrações dos açúcares, verificando que estas permaneceram praticamente inalteradas, com exceção da concentração de sacarose, que apresentou-se reduzida. Quando as condições de armazenamento foram desfavoráveis, eles observaram que, além do decréscimo do teor de sacarose, ocorreu também um decréscimo no teor de rafinose e um acréscimo no teor de maltose.

GRACZA (1965) armazenou farinha com umidade de 9% durante 51 semanas em containers fechados à temperatura entre 24 e 32°C e observou que durante este período a maltose permaneceu praticamente inalterada.

MONTGOMERY & SMITH (1956) admitem que a quantidade de carboidratos solúveis no trigo provavelmente depende do aumento do teor de umidade ao qual as sementes foram expostas. RAMSTAD & GEDDES (1942), encontraram um aumento dessa quantidade em grãos de soja armazenada a mais de 15% de umidade, sendo que este aumento foi seguido de uma diminuição igualmente significativa nos açúcares não redutores.

LEAVIT & LeCLERC (1909) mostraram que o teor de carboidrato do trigo tende a aumentar durante a armazenagem, no entanto, LINKO et alii (1960), estudando carboidratos solúveis totais em trigo armazenado com teor de umidade entre 9 e 25%, para temperaturas variando de 29 a 50°C, verificaram que ocorreram aumentos significativos dos açúcares redutores em detrimento dos carboidratos solúveis totais.

Ao estudarem as trocas de mono e dissacarídeos em trigo armazenado por 8 semanas, LYNCH et alii (1962) observaram que, em condições aeróbicas os teores de açúcares redutores permaneceram inalterados ou diminuíram muito pouco, enquanto que o de sacarose diminuiu; em condições anaeróbicas o teor de maltose permaneceu inalterada, enquanto que o de galactose e de frutose aumentaram, revelando que a sacarose e a glucofrutose não são os únicos açúcares redutores hidrolisados durante o armazenamento.

GROSS (1919) verificou um aumento no peso seco de grãos durante o processo de armazenamento, justificando esse fato através do consumo de água na reação de hidrólise do amido. De fato, ZELENY (1954) afirma que o amido das sementes e seus produtos armazenados é convertido em maltose e dextrina por ataque da alfa e beta amilase, enquanto que POPOV & TIMOFEEV (1933) fazem referência a um aumento da atividade da amilase do trigo durante o período de armazenagem. A ação hidrolítica da amilase durante o armazenamento pode, assim, resultar num aumento significativo do teor de açúcares redutores do grão, no entanto, em condições que favoreçam a decomposição do amido, tal como a atividade respiratória, os açúcares são consumidos e convertidos em dióxido de carbono e água (GROSS, 1919). Sob estas condições, que ocorrem a níveis de 15% de umidade ou mais, o grão acaba perdendo amido e açúcar e, assim, diminuindo o seu peso seco.

2.5. Umidade das Sementes

Segundo SMITH (1969), os fatores mais importantes na inter-relação físico-biológica capazes de provocar danos às sementes são a temperatura e a umidade. Da interação entre temperatura e umidade surgem reflexos indesejáveis que podem favorecer o desenvolvimento de populações de insetos e de microorganismos, a migração de umidade e a aceleração de reações químicas, que vão afetar a qualidade das sementes tornando-as inviáveis.

+ Vários autores consideram o teor de umidade elevado da semente como sendo o principal responsável pela perda do seu vigor e poder germinativo, tornando-se portanto necessário conhe-

cer melhor os problemas causados pelo excesso de umidade das sementes (BOSCO, 1985). 

SASSERON (1978) e BACCHI (1959) informam que o teor de umidade das sementes é diretamente influenciado pela umidade relativa do ar. Devido à sua higroscopicidade, as sementes apresentam comportamentos diferentes quanto à absorção e perda de água, havendo uma tendência constante destas em manterem uma relação entre o seu teor de água e a umidade relativa do ar.

DELOUCHE & POTTS (1974) afirmam que, quando da colheita, as sementes devem se encontrar com uma umidade em torno de 16-18%, visando diminuir o processo de deterioração. Afirmam ainda que, após a colheita, deve-se reduzir a umidade das mesmas para uma faixa de 13% para sementes em geral e para 11% ou menos quando se tratar de sementes de hortaliças e oleaginosas, pois, como se sabe, quando as sementes possuem alto teor de umidade e acham-se em um ambiente onde a temperatura é elevada, perdem muito rapidamente sua viabilidade e vigor.

BOSCO (1978) faz referência ao fato de que para longos períodos de armazenamento em ambientes hermeticamente fechados, visando-se manter a viabilidade das sementes, é necessário que estas se encontrem com teores de umidade de 1 a 2% menores que os teores normais quando armazenadas em condições ambientais não herméticas. 

Segundo MILNER & GEDDES (1946), para sementes de soja isentas de quaisquer danos anteriores ao armazenamento e que 

apresentam uma umidade inferior a 14%, o único processo envolvendo a semente é o da respiração. A energia liberada pela respiração é aparentemente muito baixa para promover o aquecimento de um lote armazenado a granel, no entanto, ocorre perda da viabilidade mesmo estando abaixo desse nível, bastando para isso as sementes serem armazenadas a temperaturas relativamente altas.

2.6. Escurecimento Enzimático

ARAUJO (1985) afirma que quando um tecido vegetal sofre algum tipo de dano promovido por corte ou amassamento, quando sofre ataque de insetos, fungos e/ou bactérias ou quando é congelado, torna-se escuro rapidamente. Quando o produto é ainda um organismo vivo, contém vários tipos de enzimas, as quais encontram-se dispersas de forma organizada em sistemas altamente integrados, localizados e compartimentalizados em organelas. No processamento de alimentos, há uma interrupção na sequência das reações metabólicas, com a liberação das enzimas que, em contato com os substratos, promovem um indesejável escurecimento do alimento. Segundo o autor, esse escurecimento enzimático seria causado principalmente pela oxidação de fenóis endógenos, através da ação das polifenol-oxidases (FPOs) e subsequente polimerização não-enzimática da O-quinona, formando pigmentos escuros denominados melaninas.

Diversos estudos indicam que as variedades de feijão diferem em sua susceptibilidade ao escurecimento (BURR *et alii*, 1968; SARTORI *et alii*, dados não publicados).

Em feijão armazenado ao ar, o escurecimento do tegumento tende a aumentar com o teor de umidade, com a temperatura e com o período de armazenagem (TOOLE *et alii*, 1948; BURR *et alii*, 1968; JORDÃO *et alii*, 1976; VONGSARNFIGOON, 1979; SARTORI, 1982).

Em feijão com tegumento colorido, as concentrações de tanino, uma substância fenólica, são muito altas (38-43 mg/g) quando comparadas às de feijão com tegumento branco (1-3 mg/g) (ELIAS *et alii*, 1973). A oxidação de taninos pode ser catalisada pela catecol-oxidase, uma polifenoloxidase presente no próprio tegumento e cuja atividade depende da presença de oxigênio (LUH E PHITHAKPOL, 1972).

SARTORI (1982), estudando o feijão tipo "Pinto beans" com 14,7% de umidade, armazenado durante 6 meses a 25°C e 75% U.R. em: a) sacos de algodão; b) recipientes com fluxo forçado de ar; c) recipientes com fluxo forçado de nitrogênio, observou que o feijão armazenado sob nitrogênio conservou o tegumento claro característico de feijão recém-colhido durante todo o período de armazenagem, enquanto que no feijão armazenado sob aeração forçada e em sacos de algodão houve um escurecimento significativo no tegumento após 2, 4 e 6 meses. O não escurecimento verificado na ausência de oxigênio, apesar da temperatura relativamente elevada (25°C), indica que o fato não é devido a reações químicas do tipo Maillard, mas sim à oxidação enzimática de compostos fenólicos pela polifenoloxidase, na realidade a única reação de escurecimento que é dependente da presença de oxigênio.

MATA

ARAÚJO (1985) afirma que vários mecanismos têm sido explorados para prevenir e/ou retardar a descoloração causada pela ação das PPOs, com finalidade de reter a coloração original dos alimentos. Variáveis tais como fertilizantes, variedades e clima podem afetar a taxa de escurecimento nos alimentos.

O mesmo autor considera que a aplicação maciça de potássio aumenta a concentração de PPOs em batata. A pulverização foliar com ácido giberélico e/ou Etefon também reduz a taxa de escurecimento pela diminuição da biossíntese das enzimas PPOs. Cuidados na manutenção da integridade celular do tecido vegetal reduzem drasticamente a taxa de escurecimento do alimento. A destruição das enzimas pode ser irreversível através do calor, sulfito e ácido cítrico e pode ser reversível através do açúcar e do ácido ascórbico. A ação do ácido cítrico, embora não se conheça totalmente o mecanismo, aumenta a acidez do alimento, o que contribui para destruição da PPOs pela complexação do grupo prostético (Cu ++) da enzima.

Ainda segundo aquele autor, o ácido cítrico é comumente utilizado em conjunto com o sulfito, para evitar o escurecimento enzimático em processamento de alimentos. A inibição reversível das enzimas através do ácido ascórbico previne o escurecimento enzimático em alimentos, pela redução da quinona formada pela ação enzimática, sendo que este, entretanto, é consumido durante o processo.

Dentre as características físicas de sementes de feijão, as que mais estão sujeitas à alterações em função do armazenamento, são a coloração e a dureza do tegumento. CAVALCANTI

MATA (1987), afirma que sementes de feijão macassar tratadas com casca de laranja seca e moída não apresentam alteração de cor e qualidade durante longos períodos de armazenamento, estabelecendo que a quantidade de casca de laranja necessária para inativar o escurecimento enzimático é de 4 gramas para cada quilo de semente armazenada. A ação do ácido cítrico presente na casca de laranja, porém, sugere que o efeito desse tratamento pode não estar restrito apenas à manutenção da coloração das sementes, mas estendido também à dureza do tegumento, e conseqüentemente, ao tempo de cocção do feijão.

2.7. Cocção

Segundo Adams & Bedford (1972), citados por DURIGAN (1979), das etapas do preparo do feijão, o cozimento é o mais importante, pois é responsável pela inativação dos elementos antinutricionais e assegura ao produto a textura, a coloração, o sabor e o aroma necessários para que estes grãos possam ser aceitos na dieta humana.

O cozimento pode ser atingido com as mais diferentes combinações de tempo e temperatura, que podem ser divididas em processos sob condições ambientais ou sob pressão. O cozimento sob pressão requer tempos drasticamente menores sem causar problemas à palatabilidade (DAWSON *et alii*, 1952).

GLOYER (1921) apontou para a existência de dois tipos de dureza que podem ser encontrados em feijão: a dos cotilédones, à qual designou "esclerema", e a do tegumento, à qual denominou

"hardshell". Segundo este autor, o "esclerema" poderia ser causado pelo armazenamento do feijão em ambientes úmidos e quentes, enquanto que o "hardshell" poderia ser produzido tanto pelo armazenamento das sementes em um recinto com aquecimento artificial e baixa umidade relativa, como no campo, quando o tempo quente e seco prevalece durante a maturação das sementes.

A ocorrência de sementes com "hardshell" seria também controlada por fatores hereditários, sendo possível desenvolver linhagens, por meio de melhoramento genético, que praticamente não produziriam feijão com o fenômeno de "hardshell", mesmo sob condições ambientais que favoreceriam a sua ocorrência (LEBEDEFF, 1943).

O processo de cozinhar amostras de feijão previamente hidratadas que contenham uma certa quantidade de sementes com "hardshell", até que estas últimas fiquem comestíveis, pode requerer um tempo de cozimento tão longo que as demais se desintegram (MORRIS *et alii*, 1950).

As possíveis alterações da dureza das sementes durante o processo de armazenamento constituem um importante fator a ser considerado, uma vez que o tempo de cocção das mesmas pode aumentar consideravelmente com o decorrer do tempo e das condições de armazenagem (BURR *et alii*, 1968; SARTORI, 1982).

3. MATERIAIS E MTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos nos Setores de Análises Químicas e de Análise de Sementes do Laboratório de Processamento e Armazenagem de Produtos Vegetais do Departamento de Engenharia Agrícola, utilizando-se equipamentos do Núcleo de Tecnologia em Armazenagem - NTA, ambos da Universidade Federal da Paraíba e no Laboratório do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão - CNPA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, todos em Campina Grande - PB.

O experimento de armazenagem foi realizado no período de novembro de 1989 a maio de 1990, tendo sido utilizados 300 kg de sementes de feijão *Phaseolus vulgaris* L., variedade mulatinho, proveniente do município de Alagoinha - BA.

Inicialmente, o material foi expurgado com fosfina e foram feitas as determinações químicas, do ponto de cocção e da qualidade fisiológica das sementes, para a caracterização inicial do produto a ser armazenado. As sementes foram, então, submetidas ao armazenamento sob quatro condições distintas: a) em silo protótipo metálico; b) em silo protótipos metálico enterrado no solo; c) em silo protótipo metálico com isolamento térmico de casca de arroz e d) em silo protótipo de resina poliéster reforçada com fibra de vidro.

Para cada condição de armazenagem foram adotados dois tratamentos: a) apenas sementes e b) sementes misturadas com casca de laranja seca e moída, na proporção de 4g de casca para cada quilo de semente.

Para cada condição de armazenagem e tratamento foram utilizados protótipos de silos de dois tamanhos: a) com capacidade para 20 kg de sementes e b) com capacidade para 5 kg, totalizando 16 combinações distintas de condição, tratamento e tamanho. Para efeito de observações mensais, a armazenagem em silos pequenos foi realizada em 6 recipientes para cada condição e tratamento, ou seja, em 6 baterias de 8 silos.

No decorrer do experimento, a cada mês de armazenagem foram retiradas amostras de sementes de cada silo grande, que depois era novamente fechado, e de uma das baterias de silos pequenos, num total de 6 operações, correspondendo a um tempo final de 180 dias de armazenamento.

Em cada silo, as amostras foram retiradas das regiões superficiais, intermediárias e próximas do fundo, em 3 parcelas de aproximadamente 150 g cada, que eram então homogeneizadas e acondicionadas em estufa a 10°C para posteriores análises.

As determinações de umidade, de vigor e de germinação foram realizadas com sementes íntegras, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1976). (ANEXO 1.)

Para as determinações bioquímicas, parte de cada amostra foi previamente moída e passada por peneira de malha fina.

Os teores de carboidratos totais e de açúcares redutores foram determinados através dos métodos propostos por SOMOGYI (1952). (ANEXOS 2. e 3.)

Os teores de proteína foram determinados pelo método de diagnóstico foliar micro Kjeldhal Guming proposto por POINDEVIN & ROBINSON (1964), utilizando a constante de multiplicação no valor de 6,25 , conforme recomendado pelo U.S.D.A. (1963) para sementes de feijão. (ANEXO 4.)

Em função dos resultados obtidos através de testes preliminares para a escolha da metodologia mais apropriada, para a determinação do tempo ideal de cocção, foram cozidas amostras de 150 g de sementes integras em panela de alumínio com tampa e 900 ml de água destilada. Após a fervura da água, a cada 5 minutos foi retirada uma pequena parcela de sementes, que eram avaliadas por 3 provadores e classificadas em 4 categorias: a) duras, b) semi-duras, c) semi-moles e d) moles.

As alterações de coloração do tegumento das sementes foram avaliadas por observação visual comparativa entre as sementes de uma amostra mantida em estufa a 10°C desde o início do experimento e as recolhidas dos silos grandes quando do seu término.

Para a análise estatística dos resultados, foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com arranjo fatorial $4 \times 2 \times 2 \times 7$ com duas repetições para os testes de vigor e germinação e com três repetições para os demais testes.

Condições (C)

- Condição 1: (C₁) => Silo protótipo de flandre de zinco
- Condição 2: (C₂) => Silo protótipo de flandre de zinco
enterrado no solo.
- Condição 3: (C₃) => Silo protótipo de flandre de zinco
com isolante de casca de arroz.
- Condição 4: (C₄) => Silo protótipo de resina poliéster
reforçada com fibra de vidro.

Tratamentos (T)

- Tratamento 1 (T₁) => Sementes expurgadas
- Tratamento 2 (T₂) => Sementes expurgadas e com tratamento
de casca de laranja seca e moída.

Tamanhos de recipientes (Tam. Silo)

- Silo 1: (S₁) => Silo pequeno (capacidade para 5 kg)
- Silo 2: (S₂) => Silo grande (capacidade para 20 kg)

Períodos de armazenagem (P)

- Período 0: (P₀) => 0 dias
- Período 1: (P₁) => 30 dias
- Período 2: (P₂) => 60 dias
- Período 3: (P₃) => 90 dias
- Período 4: (P₄) => 120 dias
- Período 5: (P₅) => 150 dias
- Período 6: (P₆) => 180 dias

Os dados obtidos nas análises químicas e fisiológicas foram tratados através do Software Científico - SOC desenvolvido por PANIAGO *et alii* (1987).

Visando homogeneizar as variâncias dentro dos tratamentos, para fins de inferência estatística, os dados originais referentes às variáveis germinação e vigor foram transformados através da função $y = \text{arc sen } \{ P/100$, onde P é o valor dado em percentagem, conforme SOUZA (1978).

Os dados experimentais estudados pela análise da variância foram complementados com as comparações de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, conforme GOMES (1978).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às alterações dos percentuais de proteína, carboidratos e açúcares redutores e às alterações de teor de umidade, germinação, vigor e tempo de cocção das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho estão registrados nas Tabelas 01 a 41.

4.1. Teor de Proteína

A Tabela 01 apresenta os valores médios dos teores de proteína obtidos em todas as situações estudadas. A Tabela 02 apresenta o resumo de análise da variância desses valores.

A análise dessas tabelas indica a existência de variações do teor de proteína nas diversas situações, sendo que efeitos significativos foram observados para os fatores Condição, Tamanho do silo e Período de armazenamento e para as interações Condição x Tamanho de silo, Condição x Período e Tamanho de silo x Período. Na variação do teor de proteína, os efeitos do fator Tratamento e de suas interações com os demais fatores não foram considerados significativos, ou seja, a presença de casca de laranja seca e moída, na proporção utilizada, não acarretou alterações sensíveis na variação do teor de proteína do feijão armazenado durante o período do experimento.

TABELA 01 - Valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.

SILAGEM	TEMPO ARMAZ dias	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	C ₁	C ₂
SILAGEM PEQUENA	0	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06
	30	20,90	21,06	20,31	20,28	21,65	21,56	21,06	19,62
	60	20,31	18,34	18,87	20,31	21,06	21,87	21,50	20,31
	90	19,50	19,90	20,31	20,31	19,90	19,90	19,75	21,87
	120	19,37	18,12	18,62	17,75	18,12	18,53	21,87	19,56
	150	16,62	18,21	17,78	17,87	18,53	18,56	18,75	19,87
180	19,40	18,15	18,75	18,18	19,06	19,75	18,75	20,43	
SILAGEM GRANDE	0	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06	21,06
	30	19,50	19,71	20,31	20,31	21,46	21,40	19,90	21,06
	60	20,28	21,46	21,06	20,31	21,06	19,50	20,31	20,31
	90	18,75	20,31	18,15	18,75	21,06	21,06	20,31	19,12
	120	18,50	18,12	19,50	17,68	18,12	19,37	18,75	19,50
	150	19,50	20,56	18,25	18,18	18,75	18,56	17,50	17,87
180	18,31	19,18	17,87	16,28	18,25	17,37	17,31	18,18	

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

TABELA 02 - Resumo de análise da variância dos teores de proteína das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	5,40	**
Tratamento	1	0,018	NS
Tamanho de Silo	1	3,57	*
Período	6	38,03	**
Condição x Tratamento	3	0,50	NS
Condição x Tam. Silo	3	3,72	**
Condição x Período	18	1,22	*
Tratamento x Tam. Silo	1	0,06	NS
Tratamento x Período	6	1,04	NS
Tam. Silo x Período	6	2,22	**
Outras interações	9		
Resíduo	166	0,64	
TOTAL	223		

C.V. % ==> 4,07

NS ==> Não Significativo (P > 0,05)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade (P < 0,05)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Tabela 03 apresenta os valores médios do teor de proteína para os fatores Condição, Tamanho do silo e Período de armazenagem, isoladamente.

TABELA 03 - Valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tamanho do silo e Período de armazenagem.

Teor de Proteína					
Condição		Tamanho do silo		Período	
C ₁	19,58 ab	S ₁	19,81 a	P ₀	21,06 a
C ₂	19,29 b	S ₂	19,56 b	P ₁	20,63 ab
C ₃	19,95 a			P ₂	20,43 ab
C ₄	19,92 a			P ₃	19,93 b
				P ₄	18,84 c
				P ₅	18,46 c
				P ₆	18,45 c

Para cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 03 referentes ao fator Condição indicam que o teor médio de proteína das sementes armazenadas no silo protótipo de flandre de zinco enterrado no solo (C₂) foi menor que o dos demais, embora essa diferença não tenha sido significativa com relação ao teor das sementes armazenadas no silo protótipo de flandre de zinco exposto às condições normais do ambiente (C₁). Com relação ao fator Tamanho do silo, a Tabela 03 indica que nos silos com menor capacidade (S₁) o teor de proteína das sementes sofreu um menor decréscimo com o armazenamento.

teor. A Tabela 03 indica ainda, com relação ao fator Período de armazenamento, a ocorrência de uma redução gradativa e contínua do teor de proteína das sementes ao longo do tempo de armazenagem, embora esse decréscimo seja significativo apenas na passagem do período P₃ (90 dias) para o período P₄ (120 dias).

As alterações do teor de proteína de produtos armazenados por longos períodos tem sido alvo de muitas controvérsias. BOSCO (1987), trabalhando com feijão macassar encontrou um aumento significativo do teor desse componente após 180 dias de armazenagem e fez referência a resultados semelhantes obtidos por SHUTT (1911) e DAFTARY *et alii* (1970), que atribuíram o fato à degradação dos carboidratos durante o processo respiratório das sementes. PIXTON & HILL (1967), no entanto, afirmam que o teor de proteína de trigo armazenado durante 8 anos manteve-se inalterado. Os resultados obtidos no presente trabalho concordam, porém, com apresentados por JONES & GERSDORFF (1941), que registraram uma redução do teor de proteína durante o processo de armazenamento de trigo, milho, soja e seus derivados.

A Tabela 04 apresenta os valores médios do teor de proteína das sementes para a interação Condição x Tamanho do silo.

Os dados da Tabela 04 indicam que a redução do teor de proteína das sementes armazenadas nos silos pequenos (S₁) foi menor que a redução nos silos grandes (S₂) para todas as condições, com exceção da condição C₁, que apresentou uma inversão não significativa da situação. Essa menor redução do

teor de proteína nos silos pequenos, porém, só foi considerada como significativa para o armazenamento nos silos de fibra de Vidro (C₄).

TABELA 04 - Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tamanho do silo.

Condição	Tamanho do silo	
	S ₁	S ₂
C ₁	19,43 bA	19,73 aA
C ₂	19,39 bA	19,20 aA
C ₃	20,04 abA	19,86 aA
C ₄	20,39 aA	19,44 aB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Considerando os silos dos dois tamanhos isoladamente, a Tabela 04 indica que para os silos maiores (S₂) não existem diferenças significativas entre os teores de proteína das sementes armazenadas segundo as quatro condições e que, para os silos menores a menor redução do teor de proteína ocorreu nos silos de fibra de vidro (C₄), com diferenças significativas com relação às condições C₁ e C₂.

Assim sendo, nas condições do trabalho desenvolvido, a armazenagem mais indicada para a ocorrência de menores reduções do teor de proteína das sementes foi a realizada em silos pequenos de fibra de vidro reforçados com resina poliéster.

A Tabela 05 apresenta os valores médios do teor de proteína das sementes para a interação Condição x Período de armazenamento.

TABELA 05 - Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenamento.

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	21,06aA	20,29aAB	20,10aAB	19,61aAB	18,53aB	18,72aB	18,76aB
C ₂	21,06aA	20,30aA	20,14aAB	19,38aABC	18,39aBC	18,02aC	17,77aC
C ₃	21,06aA	21,52aA	20,87aA	20,48aAB	18,53aC	18,60aBC	18,60aBC
C ₄	21,06aA	20,41aAB	20,60aA	20,26aABC	19,92aABC	18,50aBC	18,67aC

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 05 indicam que, para cada período de armazenagem analisado isoladamente, não ocorreram diferenças significativas no teor de proteína das sementes submetidas às quatro condições testadas. Considerando as condições isoladamente, a Tabela 05 revela que, a despeito de algumas exceções não significativas, ocorreu uma redução gradativa do teor de proteína das sementes com o decorrer do tempo de armazenagem para todas as condições.

Dobczynska, citado por CHRISTENSEN (1974), faz referência à influência da temperatura no decréscimo de lisina em

trigo armazenado sob diversas condições por um período de seis meses. CHRISTENSEN (1974) também comenta a importância da temperatura das paredes dos silos na deterioração de produtos armazenados. Os dados obtidos no presente trabalho, no entanto, demonstram que, o isolamento térmico empregado nas condições do trabalho não exerceu influência significativa no processo de diminuição do teor de proteína do feijão mulatinho durante o período de armazenagem.

A Tabela 06 apresenta os valores médios do teor de proteína das sementes para a interação Tamanho do silo x Período de armazenagem.

TABELA 06 - Comparação entre os valores médios do teor de proteína das sementes de feijão mulatinho para a interação Tamanho do silo x Período de armazenagem.

Período	Tamanho do silo	
	S ₁	S ₂
P ₀	21,06 aA	21,06 aA
P ₁	20,80 aA	20,46 abA
P ₂	20,32 aA	20,53 abA
P ₃	20,18 aA	19,69 bA
P ₄	18,99 bA	18,69 cA
P ₅	18,27 bA	18,64 cA
P ₆	19,06 bA	17,84 cB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA

Os dados dessa Tabela indicam que, para cada período de armazenamento analisado isoladamente, não ocorreram alterações significativas do teor de proteína das sementes armazenadas nos dois tipos de silo durante o decorrer do experimento, com exceção da última observação (F₆), após 6 meses de armazenagem, que revelou uma menor perda do teor de proteína nos silos pequenos.

Considerando isoladamente os dois tamanhos de silos, a Tabela 06 indica que o teor de proteína das sementes sofreu uma redução gradativa ao longo do tempo, com exceção de uma inversão não significativa na situação S₂/F₂. Embora essa redução tenha sido contínua no decorrer do experimento, só foi considerada significativa entre as observações realizadas aos 90 e 120 dias.

Desse modo, fica evidenciado que nas condições do trabalho desenvolvido, para efeito de manutenção do teor de proteína das sementes, o armazenamento por períodos de até 90 dias não acarreta alterações sensíveis no produto, independentemente do tamanho dos silos utilizados, e que, para períodos maiores, os silos menores se mostram mais eficientes.

4.2. Teor de Carboidratos Totais

A Tabela 07 apresenta os valores médios dos teores de carboidratos totais obtidos em todas as situações estudadas. A Tabela 08 apresenta o resumo de análise da variância desses valores.

TABELA 07 - Valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão armazenadas nas diferentes condições do trabalho.

SILAGEM	TEMPO ARMAZ dias	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	C ₁	C ₂
SILAGEM PEQUENA	0	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34
	30	38,53	42,42	36,58	35,92	40,78	38,34	42,34	41,07
	60	36,53	34,96	40,39	30,34	36,20	31,29	30,04	30,64
	90	34,58	34,94	25,89	32,94	29,09	26,86	38,55	33,42
	120	33,25	32,28	33,92	28,15	32,92	33,64	29,70	31,93
	150	33,98	34,72	35,00	29,11	31,66	35,45	32,34	35,68
SILAGEM GRANDE	0	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34	42,34
	30	41,16	40,15	37,62	41,10	40,42	37,60	36,03	40,20
	60	29,42	37,26	36,40	31,30	35,32	36,00	33,31	36,90
	90	27,55	33,94	34,62	35,32	33,71	30,44	32,00	35,36
	120	28,79	28,78	32,60	31,64	32,60	30,66	33,26	32,92
	150	32,32	31,70	34,64	33,35	36,39	31,98	32,31	35,32
180	28,48	23,29	24,82	23,50	29,70	27,89	27,26	29,39	

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

TABELA 08 - Resumo de análise da variância dos teores de carboidratos totais das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	14,35	NS
Tratamento	1	0,05	NS
Tamanho de Silo	1	4,01	NS
Período	6	1314,39	**
Condição x Tratamento	3	32,55	*
Condição x Tam. Silo	3	46,24	*
Condição x Período	18	14,68	*
Tratamento x Tam. Silo	1	3,94	NS
Tratamento x Período	6	6,83	NS
Tam. Silo x Período	6	3,81	NS
Outras interações	9		
Resíduo	278	8,63	
TOTAL	335		

C.V. % ==> 8,57

NS ==> Não Significativo ($P > 0,05$)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade ($P < 0,05$)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade ($P < 0,01$)

A análise dessas tabelas indica a existência de variações do teor de carboidratos totais nas diversas situações,

porém, efeitos significativos foram observados somente para o fator Período de armazenamento e para as interações Condição x Tratamento, Condição x Tamanho de silo e Condição x Período.

A Tabela 09 indica os valores médios do teor de carboidratos totais obtidos para o fator Período de armazenamento.

TABELA 09 - Valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para o fator período.

PERÍODO	CARBOIDRATO TOTAL
P ₀	42,34 a
P ₁	39,41 b
P ₂	34,15 c
P ₃	32,45 cd
P ₄	31,69 d
P ₅	33,50 c
P ₆	26,38 e

Os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 09 indicam que durante o processo de armazenamento ocorreu uma diminuição contínua do teor de carboidratos totais das sementes, com exceção de um ligeiro acréscimo aos 150 dias. Essa redução do teor de carboidratos durante a armazenagem do feijão mulatinho foi também encontrada por TAUFEL *et alii* (1959) e por PIXTON & HILL (1967) para sementes de trigo, sugerindo que tal processo ocorre também no armazenamento de outros produtos.

A Tabela 10 apresenta os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes para a interação Condição x Tratamento.

TABELA 10 - Comparação entre os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tratamento.

Condição	Tratamento	
	T ₁	T ₂
C ₁	33,87aA	34,83abA
C ₂	34,27aA	33,21bA
C ₃	34,82aA	33,68abA
C ₄	34,18aA	35,32aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 10 indicam que não ocorreram diferenças significativas entre os teores de carboidratos das sementes armazenadas com e sem casca de laranja seca e moída nas quatro condições. Considerando os dois tratamentos isoladamente, a Tabela 10 mostra que não existem diferenças significativas entre as quatro condições para o tratamento T₁ e que, para o tratamento T₂ a menor perda de carboidratos ocorreu na condição C₄. Dessa forma, embora a casca de laranja não tenha exercido uma influência significativa nas alterações do teor de carboidratos das sementes, a armazenagem que apresentou menores perdas desses componentes foi a realizada em silos de fibra de vidro com a presença de casca de laranja seca e moída.

A Tabela 11 apresenta os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes para a interação Condição x Tamanho do silo.

TABELA 11 - Comparação entre os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tamanho do silo.

Condição	Tamanho do silo	
	S ₁	S ₂
C ₁	35,31aA	33,39aA
C ₂	33,08bA	34,40aA
C ₃	33,69abA	34,81aA
C ₄	34,57abA	34,92aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 11 indicam que não ocorreram diferenças significativas entre os teores de carboidratos das sementes armazenadas nos silos de diferentes tamanhos para as quatro condições. Considerando os dois tamanhos de silos isoladamente, a Tabela 11 mostra que não existem diferenças significativas entre as quatro condições para os silos grandes e que, para os silos pequenos, o melhor resultado foi obtido na condição C₁, embora este não seja significativamente diferente dos obtidos nas condições C₃ e C₄. Em condições práticas usuais, ou seja, na armazenagem em silos grandes, a condição que apresentou menores reduções do teor de carboidratos das sementes foi a armazenagem em silos de fibra de vidro.

A Tabela 12 apresenta os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes para a interação Condição x Período de armazenagem.

TABELA 12 - Comparação entre os valores médios do teor de carboidratos totais das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenagem

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	42,34aA	40,56aA	34,54aB	32,75aB	30,77aB	33,18aB	26,32aC
C ₂	42,34aA	37,80aB	34,63aCB	32,19aC	31,58aC	33,03aC	24,64aD
C ₃	42,34aA	39,29aA	34,70aB	30,02aCD	32,45aCB	33,87aCB	27,09aD
C ₄	42,34aA	40,00aA	32,72aB	34,83aB	31,95aB	33,91aB	27,49aC

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 12 indicam que, embora os melhores resultados tenham sido obtidos com a condição C₄ na maioria dos períodos, não ocorreram diferenças significativas entre os teores de carboidratos das sementes nas quatro condições utilizadas durante a armazenagem. Considerando os períodos isoladamente, a Tabela 12 mostra que o teor de carboidratos totais das sementes diminui com o decorrer do tempo para as quatro condições, com exceção de algumas inversões não significativas, especialmente na passagem dos 120 para os 150 dias. As reduções do teor desse componente ao longo do período de armazenagem foram significati-

vas na maioria dos casos, especialmente na passagem dos 150 para os 180 dias, quando as reduções foram significativas nas quatro condições.

A diminuição do teor de carboidratos totais de sementes armazenadas por longos períodos, também observada por LEAVIT & LeCLERC (1909) e PIXTON & HILL (1967) para o trigo, parece estar relacionada com a temperatura dos grãos (LINKO et alii, 1960), o que justificaria os melhores resultados obtidos na armazenagem em silos de fibra de vidro (Condição C₄).

4.3. Teor de Açúcares redutores

A Tabela 13 apresenta os valores médios dos teores de açúcares redutores obtidos em todas as situações estudadas. A Tabela 14 apresenta o resumo de análise da variância desses valores.

A análise dessas tabelas indica a existência de variações do teor de açúcares redutores nas diversas situações, sendo que efeitos significativos foram observados para os fatores Condição e Período de armazenamento e para as interações Condição x Tratamento, Condição x Período e Tamanho de silo x Período.

TABELA 13 - Valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão armazenadas nas diferentes condições do trabalho.

SILAGEM	TEMPO ARMAZ dias	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	C ₁	C ₂
SILAGEM PEQUENA	0	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
	30	1,83	2,19	2,28	2,31	2,31	2,25	2,37	2,18
	60	2,98	2,92	3,26	3,42	4,02	3,75	3,95	4,42
	90	2,31	3,55	2,61	1,89	3,75	3,04	3,04	2,86
	120	2,37	2,44	2,25	2,25	2,80	2,46	2,20	2,44
	150	2,53	4,61	2,99	2,70	4,48	4,48	2,88	4,71
180	4,16	3,52	6,65	3,62	3,95	3,29	3,49	3,36	
SILAGEM GRANDE	0	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
	30	1,95	2,01	2,49	2,25	2,37	2,46	2,34	2,31
	60	3,30	2,73	3,75	3,11	3,11	3,95	3,69	4,97
	90	2,49	3,42	2,62	3,12	3,42	3,11	3,05	3,81
	120	2,39	2,55	3,10	2,13	3,04	2,79	2,76	3,36
	150	3,43	2,79	3,13	2,16	3,17	3,07	1,63	3,29
180	3,43	4,08	2,99	4,37	3,82	5,34	2,67	3,43	

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz.

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento com casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento com casca de laranja.

TABELA 14 - Resumo de análise da variância dos teores de açúcares redutores das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	2,24	**
Tratamento	1	0,87	NS
Tamanho de Silo	1	0,30	NS
Período	6	15,12	**
Condição x Tratamento	3	2,80	**
Condição x Tam. Silo	3	0,01	NS
Condição x Período	18	1,43	**
Tratamento x Tam. Silo	1	1,42	NS
Tratamento x Período	6	0,37	NS
Tam. Silo x Período	6	1,86	**
Outras interações	9		
Resíduo	278	0,28	
TOTAL	335		

C.V. % ==> 17,7

NS ==> Não Significativo (P > 0,05)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade (P < 0,05)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Tabela 15 apresenta os valores médios do teor de açúcares redutores para os fatores Condição e Período de armazenagem, isoladamente.

TABELA 15 - Valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição e Período de armazenagem.

Açúcar Redutor			
Condição		Período	
C ₁	2,95 b	P ₀	3,17 b
C ₂	3,00 b	P ₁	2,24 d
C ₃	3,32 a	P ₂	3,58 a
C ₄	3,14 ab	P ₃	3,00 b
		P ₄	2,58 c
		P ₅	3,25 b
		P ₆	3,88 a

Para cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 15 referentes ao fator Condição indicam que o teor médio de açúcares redutores das sementes armazenadas sofreu alterações em todas as condições, porém, que essas alterações não foram significativas quando os valores são comparados com o teor inicial das sementes (3,17). Para o armazenamento em silo de flandre de zinco isolado com casca de arroz (C₃), ocorreu um aumento do teor de açúcares redutores, enquanto que para as demais condições esse teor sofreu pequenas reduções, porém, a redução nos silos de fibra de vidro C₄ foi muito pequena, de modo que o valor obtido não diferiu significativamente do obtido na condição C₃.

Os valores obtidos nas condições C₃ e C₄ poderiam ser justificados pelas características de isolamento térmico dos silos. De fato, LINKO *et alii* (1960) relatam a ocorrência de aumentos significativos do teor de açúcares redutores durante a armazenagem, mas LYNCH *et alii* (1962) ressaltam que em condições aeróbicas os açúcares redutores podem ser hidrolisados durante o armazenamento, sofrendo um pequeno decréscimo.

Referindo-se a esse processo, GROSS (1919) afirma que perdas maiores de açúcares redutores ocorrem quando as condições de armazenagem são desfavoráveis. Assim, após um possível aumento do teor de açúcares redutores das sementes submetidas às quatro condições do experimento, nas condições C₃ e C₄ teria ocorrido uma menor diminuição desses valores, uma vez que as condições de isolamento térmico seriam mais eficientes, implicando em uma redução da atividade respiratória dos grãos e, consequentemente, em uma redução na intensidade da hidrólise dos açúcares redutores.

Com relação ao fator Período de armazenagem, a Tabela 15 indica uma tendência de diminuição do teor de açúcares redutores das sementes até o período P₄ (120 dias), seguida de um aumento desses teores até o final do experimento (P₆), quando foi obtido um valor significativamente superior ao do teor inicial.

A Tabela 16 apresenta os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes para a interação Condição x Tratamento .

TABELA 16 - Comparação entre os valores médios do teor de açucares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tratamento.

Condição	Tratamento	
	T ₁	T ₂
C ₁	2,82 cA	3,08 abA
C ₂	3,17 abA	2,83 bA
C ₃	3,32 aA	3,31 aA
C ₄	2,88 bcB	3,39 aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 16 indicam que a adição de casca de laranja seca e moída às sementes armazenadas exerceu influência significativa sobre o teor de açucares redutores apenas nos silos de fibra de vidro (C₄), que apresentou uma menor redução desses compostos na fase de hidrólise. Considerando o fator Tratamento isoladamente, a Tabela 16 indica que a menor redução do teor de açucares redutores das sementes ocorreu nas condições C₃ e C₄ para o tratamento T₂ (com casca) e na condição C₃ para o tratamento T₁ (sem casca).

A Tabela 17 apresenta os valores médios do teor de açucares redutores das sementes para a interação Condição x Período de armazenamento.

TABELA 17 - Comparação entre os valores médios do teor de açucares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenamento.

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	3,17aABC	1,99aD	2,98bBC	2,94aBC	2,44aBC	3,34abAB	3,80abA
C ₂	3,17aCB	2,33aD	3,39bB	2,56aCD	2,43aCD	2,74bCBD	4,41aA
C ₃	3,17aBC	2,34aD	3,70abAB	3,33aABC	2,77aDC	3,80aAB	4,10aA
C ₄	3,17aB	2,30aC	4,26aA	3,19aB	2,69aCB	3,13abB	3,24bB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 17 indicam oscilações no teor de açucares redutores das sementes no decorrer do experimento, sendo que tais oscilações ocorreram de forma semelhante nas quatro condições para todos os períodos e que, após 180 dias (P₆), o teor de açucares redutores das sementes foi superior ao teor inicial em todos os casos. Por obedecerem uma mesma sequência em todas as condições, essas oscilações poderiam ser justificadas pelo contínuo processo metabólico das sementes, implicando em um consumo inicial de carboidratos totais e, posteriormente, de açucares redutores, conforme descrito anteriormente.

Analisando os períodos de armazenagem isoladamente, a Tabela 17 mostra que ocorrem diferenças significativas no teor de açucares redutores apenas nas condições C₃ e C₄, que apresentam

valores maiores nos períodos P_0 e P_2 , respectivamente, com exceção do período P_1 , que apresentou um valor ligeiramente menor para a condição C_4 . Essas diferenças seriam devidas ao processo de isolamento térmico, já referido, decorrente da menor condutividade térmica dos materiais utilizados nos silos correspondentes às condições C_3 (casca de arroz) e C_4 (fibra de vidro).

A Tabela 18 apresenta os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes para a interação Período x Tamanho do silo.

TABELA 18 - Comparação entre os valores médios do teor de açúcares redutores das sementes de feijão mulatinho para a interação Período x Tamanho do silo.

Período	Silo	
	S_1	S_2
P_0	3,17bcA	3,17bcA
P_1	2,21eA	2,27dA
P_2	3,59abA	3,57abA
P_3	2,88dcA	3,13bcA
P_4	2,40deA	2,76dcA
P_5	3,67abA	2,83cB
P_6	4,00aA	3,76aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 19 - Valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.

SILAGEM	TEMPO ARMAZ dias	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	T ₁	T ₂	C ₁	C ₂
SILAGEM PEQUENA	0	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
	30	11,48	10,89	11,54	12,16	10,75	10,87	11,29	11,08
	60	11,99	11,45	9,83	10,66	10,57	10,27	10,32	10,94
	90	14,64	13,53	12,79	15,28	14,05	11,93	11,52	13,92
	120	12,54	12,34	12,35	11,31	9,97	12,31	12,09	10,81
	150	14,60	16,19	11,63	12,64	14,93	12,07	12,52	12,05
180	16,74	10,39	13,97	18,96	16,80	12,85	15,22	12,21	
SILAGEM GRANDE	0	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
	30	12,21	12,30	11,72	10,81	11,59	12,00	11,91	11,28
	60	12,30	11,93	10,86	10,26	10,14	12,07	10,39	10,77
	90	14,11	15,05	13,18	12,39	13,69	14,65	12,70	12,56
	120	12,92	13,86	11,96	11,61	12,28	13,35	11,97	11,37
	150	12,88	15,19	13,33	12,99	14,82	16,28	12,10	12,11
180	13,82	17,96	15,41	16,99	17,33	17,87	13,84	12,94	

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁ sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂ sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

TABELA 20 - Resumo de análise da variância dos teores de umidade das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	21,98	**
Tratamento	1	0,46	NS
Tamanho de Silo	1	16,45	**
Período	6	100,88	**
Condição x Tratamento	3	2,40	*
Condição x Tam. Silo	3	9,23	**
Condição x Período	18	5,75	**
Tratamento x Tam. Silo	1	8,85	NS
Tratamento x Período	6	0,82	NS
Tam. Silo x Período	6	1,74	*
Outras interações	9		
Resíduo	278	0,72	
TOTAL	335		

C.V. % ==> 6,64

NS ==> Não Significativo (P > 0,05)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade (P < 0,05)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Tabela 21 apresenta os valores médios do teor de umidade para os fatores Condição, Tamanho do silo e Período de armazenagem, isoladamente.

TABELA 21 - Valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tamanho do silo e Período de armazenagem.

Teor de Umidade					
Condição		Tamanho do silo		Período	
C ₁	13,33 a	S ₁	12,59 a	P ₀	13,00 c
C ₂	12,73 b	S ₂	13,03 b	P ₁	11,49 e
C ₃	13,05 ab			P ₂	10,92 f
C ₄	12,14 c			P ₃	13,50 cb
				P ₄	12,06 d
				P ₅	13,52 b
				P ₆	15,20 a

Para cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 21 referentes ao fator Condição indicam que os teores médios de umidade das sementes armazenadas nos silos protótipos de fibra de vidro (C₄) e nos silos protótipos de flandres de zinco enterrados no solo (C₂) foram menores que os dos demais, com valores inferiores à umidade inicial do experimento. Com relação ao fator Tamanho do silo, a Tabela 21 mostra que as menores umidades das sementes foram detectadas nos silos de menor capacidade (S₁).

A Tabela 21 indica ainda, com relação ao fator Período de armazenagem, a ocorrência de oscilações do teor de umidade das

sementes, com um claro decréscimo nos primeiros períodos e um aumento desse teor nos períodos finais. Segundo BACCHI (1959) e SASSERON (1978), o teor de umidade das sementes é diretamente influenciado pela umidade relativa do ar. Como as sementes de feijão mulatinho foram armazenadas no mês de novembro (P_0), época extremamente seca na região, para o estabelecimento do equilíbrio semente/ambiente, a baixa umidade relativa do ar dos silos no momento do armazenamento teria provocado uma redução da umidade das sementes nos primeiros períodos. Após esta fase inicial, o próprio processo respiratório das sementes passaria a ser responsável pelo aumento da umidade (FUZZI, 1986), conforme verificado no experimento.

A Tabela 22 apresenta os valores médios do teor de umidade das sementes para a interação Condição x Tratamento.

TABELA 22 - Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tratamento.

Condição	Tratamento	
	T ₁	T ₂
C ₁	13,30 aA	13,36 aA
C ₂	12,47 bA	13,00 aA
C ₃	13,06 aA	13,03 aA
C ₄	12,27 bA	12,00 bA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 22 indicam que não ocorreram diferenças significativas entre os teores de umidade das sementes armazenadas com e sem casca de laranja seca e moída nas quatro condições. Considerando os dois tratamentos isoladamente, a Tabela 22 mostra que não existem diferenças significativas entre os teores de umidade das sementes submetidas às condições C₁, C₂ e C₃ relativas ao armazenamento com casca de laranja (T₂) e que esse teor é significativamente menor nos silos de fibra de vidro (C₄). Da mesma forma, não existem diferenças significativas entre os teores de umidade nas condições C₁ e C₃ relativas ao armazenamento sem casca de laranja (T₁), sendo que esse teor é significativamente menor nos silos de flandres de zinco enterrados no solo (C₂) e nos de fibra de vidro (C₄).

Assim sendo, deve-se considerar que a variação do teor de umidade das sementes é devida menos à presença de casca de laranja do que ao efeito do isolamento térmico caracterizado pelas condições C₂ e C₄. De fato, referindo-se aos elementos que interferem no processo de armazenamento, POPINIGIS (1975) destaca a importância da embalagem ou recipiente armazenador na interação com outros fatores, entre eles, a umidade.

A Tabela 23 apresenta os valores médios do teor de umidade das sementes para a interação Condição x Tamanho de silo.

TABELA 23 - Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tamanho de silo.

Condição	Tamanho de Silo	
	S ₁	S ₂
C ₁	13,05 aA	13,61 aA
C ₂	12,79 abA	12,68 bA
C ₃	12,38 bcA	13,72 aB
C ₄	12,14 cA	12,14 bA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 23 indicam que a única diferença significativa entre os teores de umidade das sementes em função do Tamanho de silo ocorreu nos silos de flandre de zinco isolados com casca de arroz (C₃), sendo esse teor menor nos silos pequenos (S₁). Considerando os dois tamanhos de silo isoladamente, a Tabela 23 mostra que, para os silos pequenos (S₁), os menores teores de umidade foram encontrados nas condições C₃ e C₄, significativamente diferentes da C₁, enquanto que, para os silos grandes (S₂), esses menores valores foram encontrados nas condições C₂ e C₄, significativamente diferentes das demais.

A Tabela 24 apresenta os valores médios do teor de umidade das sementes para a interação Condição x Período de armazenamento.

TABELA 24 - Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenamento.

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	13,00aB	11,72aB	11,92aB	14,33aA	12,91aB	14,71aA	14,72bA
C ₂	13,00aCB	11,56aED	10,39bE	13,41abB	11,81abCD	12,64bCBD	16,33aA
C ₃	13,00aCD	11,30aE	10,76abE	13,58abCB	11,97abED	14,52aB	16,21aA
C ₄	13,00aAB	11,39aDC	10,60bD	12,67bABC	11,56bDC	12,19bBC	13,55bA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 24 indicam que, para cada período, as sementes apresentaram uma variação do teor de umidade em função da Condição a que foram submetidas, porém que, na maioria das vezes, essa variação não era significativa nem obedecia a um padrão definido. Considerando as Condições isoladamente, a Tabela 24 mostra uma redução do teor de umidade das sementes nos primeiros períodos de armazenamento e um aumento nos períodos finais, sendo essas alterações idênticas em todas as condições e significativas na maioria dos casos. As referidas alterações obedecem à mesma sequência detectada quando da análise do fator Período de armazenamento isoladamente, sugerindo que, para efeito de alteração do teor de umidade, o fator Condição desempenha um papel secundário ante a grande importância do fator Período.

A Tabela 25 apresenta os valores médios do teor de umidade das sementes para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

TABELA 25 - Comparação entre os valores médios do teor de umidade das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

Período	Tamanho de Silo	
	S ₁	S ₂
P ₀	13,00 bA	13,00 cbA
P ₁	11,26 cdA	11,73 edA
P ₂	10,75 dA	11,09 eA
P ₃	13,46 bA	13,56 bA
P ₄	11,71 cA	12,41 cdA
P ₅	13,33 bA	13,71 bA
P ₆	14,64 aB	15,77 aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 25 indicam que o fator Tamanho de silo somente exerceu influência considerável no último período de experimento (P₆), quando o teor de umidade das sementes foi significativamente menor nos silos pequenos (S₁). Considerando os Tamanhos de silo isoladamente, a Tabela 25 mostra que, ao longo do tempo de armazenamento, o teor de umidade das sementes

sofreu alterações idênticas às já registradas nas análises referentes ao fator Período e à interação Período x Condição, sendo que, neste caso, com exceção da passagem do período P₁ para o período P₂, todas as alterações foram significativas para os dois tamanhos de silo.

O fato da influência dos fatores Tamanho de silo e Condição terem sido sobrepujados pela influência do fator Período de armazenagem constitui novamente um indicio da grande importância deste último sobre o teor de umidade das sementes, conforme já mencionado por SASSERON (1978) ao referir-se ao equilíbrio entre essa umidade e a umidade relativa do ambiente.

4.5. Vigor das sementes

A Tabela 26 apresenta os valores médios de vigor das sementes obtidos em todas as situações estudadas. A Tabela 27 apresenta o resumo de análise da variância desses valores.

A análise dessas tabelas indica a existência de variações do vigor das sementes nas diversas situações, sendo observados efeitos significativos para todos os fatores e suas interações, com exceção da interação Condição x Tamanho de Silo.

TABELA 26 - Valores médios de vigor das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes condições do trabalho.

	TEMPO DE ARMAZEN. (Dias)	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂						
S	0	98	98	98	98	98	98	98	98
I									
L	30	90	80	77	81	79	74	86	72
D									
	60	73	66	73	65	72	75	88	78
P									
E	90	64	45	57	68	50	62	75	80
Q									
U	120	42	30	36	57	20	25	50	51
E									
N	150	34	11	34	24	14	33	28	35
D									
	180	00	00	32	21	03	02	13	18
S									
I	0	98	98	98	98	98	98	98	98
L									
D	30	91	93	82	82	72	84	83	82
G	60	55	47	85	78	75	81	86	79
R									
A	90	51	47	69	66	76	78	80	56
N									
D	120	37	38	46	44	37	48	59	54
E									
	150	31	5	58	30	42	26	69	34
	180	12	10	25	29	21	00	63	37

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

TABELA 27 - Resumo de análise da variância do vigor das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	1262,95	**
Tratamento	1	592,58	**
Tamanho de Silo	1	587,83	**
Período	6	13431,68	**
Condição x Tratamento	3	55,27	*
Condição x Tam. Silo	3	33,28	NS
Condição x Período	18	231,84	**
Tratamento x Tam. Silo	1	267,99	**
Tratamento x Período	6	98,11	**
Tam. Silo x Período	6	154,41	**
Outras interações	9		
Resíduo	166	19,17	
TOTAL	223		

C.V. % ==> 8,67

NS ==> Não Significativo (P > 0,05)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade (P < 0,05)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Tabela 28 apresenta os valores médios do vigor das sementes para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem, isoladamente.

TABELA 28 - Valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem.

Vigor das sementes					
Condição		Tratamento / Tam. silo		Período	
C ₁	45,96 c	T ₁	52,12 a	P ₀	81,86 a
C ₂	52,96 b	T ₂	48,87 b	P ₁	65,12 b
C ₃	47,11 c			P ₂	59,41 c
C ₄	55,93 a			P ₃	52,24 d
		S ₁	48,87 a	P ₄	39,85 e
		S ₂	52,11 b	P ₅	33,20 f
				P ₆	21,76 g

Para cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 28 referentes ao fator Condição indicam que o valor médio do vigor das sementes armazenadas sofreu um acentuado decréscimo em todas as condições, sendo que os menores decréscimos ocorreram nos silos de fibra de vidro (C₄) e nos de flandre de zinco enterrados no solo (C₂). Com relação aos fatores Tratamento e Tamanho do silo, os dados da tabela apontam para um decréscimo do vigor em todas as situações, sendo que os menores decréscimos ocorrerem, respectivamente, no armazenamento sem casca de laranja (T₁) e nos silos maiores (S₂). A Tabela 28 indica ainda, com relação ao fator Período de armazenagem,

a ocorrência de uma diminuição contínua e significativa do vigor das sementes ao longo do tempo de armazenamento.

Considerando as situações de isolamento térmico dos silos nas condições C₂ e C₄, os resultados obtidos para o fator Condição indicam que o vigor das sementes é influenciado pela temperatura, enquanto que, os dados relativos ao fator Período de armazenamento indicam uma forte influência do tempo de armazenamento sobre esse vigor. Essas indicações estão em perfeito acordo com os resultados obtidos por CARVALHO & NAKAGAWA (1979) e ALMEIDA (1981), respectivamente.

A Tabela 29 apresenta os valores médios do vigor das sementes para a interação Condição x Tratamento.

TABELA 29 - Comparação entre os valores médios de vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tratamento .

Condição	Tratamento	
	T ₁	T ₂
C ₁	48,60 cA	43,33 bB
C ₂	53,61 bA	52,31 aA
C ₃	48,01 cA	46,20 bA
C ₄	58,25 aA	53,62 aB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 29 indicam que, nos dois tratamentos estudados, as menores reduções do vigor das sementes ocorreram nas condições C₂ e C₄, situação já verificada quando da análise isolada do fator Condição, o que aponta para um efeito pouco relevante do fator Tratamento. Esse efeito, no entanto, se mostrou significativo nas condições C₁ e C₄, com uma menor redução do vigor no armazenamento sem casca de laranja (T₁).

A Tabela 30 apresenta os valores médios do vigor das sementes para a interação Condição x Período de armazenamento.

TABELA 30 - Comparação entre os valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenamento.

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	81,86aA	70,69aB	51,04bC	46,02bC	37,28bcd	25,19bE	9,67bF
C ₂	81,86aA	64,01abB	60,41aCB	53,76abC	42,53abd	37,09aED	31,07aE
C ₃	81,86aAD	61,63bB	60,55aB	50,36bC	32,57cD	31,44abd	11,34bE
C ₄	81,86aA	64,15abB	65,62aB	58,82aB	47,01aC	39,10aCD	34,96aD

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 30 indicam que, para todos os períodos analisados, não existiram diferenças significativas entre os

valores do vigor das sementes submetidas às condições C₂ e C₄ e que entre as condições C₁ e C₃ essas diferenças foram significativas apenas nos períodos F₁ e F₂. Comparativamente, e com exceção significativa apenas na combinação F₁C₁, os valores obtidos para as condições C₂ e C₄ foram superiores aos obtidos para as condições C₁ e C₃, na maioria das vezes com diferenças significativas.

Considerando as condições isoladamente, a tabela 30 mostra uma redução contínua e geralmente significativa do vigor das sementes ao longo do tempo de armazenamento para todas as condições, com exceção da condição C₄, que apresentou um aumento não significativo na passagem F₁-F₂.

Esses resultados evidenciam a importância dos dois fatores analisados e reforçam as afirmações de que o vigor das sementes armazenadas sofre a influência da temperatura (CARVALHO & NAKAGAWA, 1979) e decresce com o tempo (ALMEIDA, 1981).

A Tabela 31 apresenta os valores médios do vigor das sementes para a interação Tratamento x Período de armazenamento.

TABELA 31 - Comparação entre os valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Tratamento x Período de armazenamento.

Período	Tratamento	
	T ₁	T ₂
P ₀	81,86 aA	81,86 aA
P ₁	65,59 bA	64,64 bA
P ₂	61,03 bA	57,78 cA
P ₃	54,12 cA	50,37 dA
P ₄	39,58 dA	40,12 eA
P ₅	37,74 dA	28,67 fB
P ₆	24,90 eA	18,62 gB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 31 indicam que, nos dois tratamentos estudados, ocorreu um decréscimo contínuo e geralmente significativo do vigor das sementes ao longo do tempo de armazenagem, situação já verificada quando da análise isolada do fator período, o que novamente aponta para um efeito pouco relevante do fator tratamento. De fato, esse efeito se mostrou significativo apenas nos dois períodos finais do experimento, com uma menor redução do vigor das sementes armazenadas sem casca de laranja (T₁).

A Tabela 32 apresenta os valores médios do vigor das sementes para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

TABELA 32 - Comparação entre os valores médios do vigor das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

Período	Tamanho de Silo	
	S ₁	S ₂
P ₀	81,86 aA	81,86 aA
P ₁	63,58 bA	66,66 bA
P ₂	59,40 bA	59,41 cA
P ₃	52,52 cA	51,96 dA
P ₄	38,32 dA	41,37 eA
P ₅	30,66 eA	35,75 fA
P ₆	15,75 fB	27,77 gA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 32 indicam que, para os dois tamanhos de silo, ocorreu um decréscimo contínuo do vigor das sementes ao longo do tempo, situação semelhante à verificada na análise isolada do fator Período, o que aponta para um efeito pouco relevante do fator Tamanho de silo. De fato, este último se mostrou significativo apenas no período final do experimento (P₆), com uma menor redução do vigor nos silos grandes (S₂).

Pelo conjunto de informações obtidas, fica evidenciada a importância dos fatores Período de armazenamento e Condição na alteração do vigor das sementes, enquanto que os fatores Tratamento e Tamanho de silo desempenham um papel pouco importante, manifestando-se apenas nos períodos finais do experimento.

4.6. Germinação das sementes

A Tabela 33 apresenta os valores médios da germinação das sementes obtidos em todas as situações estudadas. A Tabela 34 apresenta o resumo de análise da variância desses valores.

A análise dessas tabelas indica a existência de variações da germinação das sementes nas diversas situações, sendo observados efeitos significativos para todos os fatores e suas interações.

TABELA 33 - Valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho armazenados nas diferentes condições do trabalho.

	TEMPO DE ARMAZEN. (Dias)	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂						
S	0	93	93	93	93	93	93	93	93
I	30	89	79	75	80	77	71	82	69
L	60	71	65	71	63	69	73	87	77
P	90	64	43	55	52	47	61	71	71
E	120	41	30	33	41	17	21	47	49
Q	150	31	10	31	22	14	30	25	31
U	180	00	00	29	20	02	02	11	15
S	0	93	93	93	93	93	93	93	93
I	30	90	89	79	82	71	81	80	78
L	60	55	46	83	71	73	80	84	77
G	90	51	45	67	61	76	72	80	54
R	120	37	35	45	42	36	45	58	51
A	150	29	05	51	27	39	25	60	32
N	180	11	09	25	29	19	00	62	36

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

TABELA 34 - Resumo de análise da variância da germinação das sementes armazenadas nas diferentes situações do trabalho.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrado Médio	
Condição	3	874,62	**
Tratamento	1	357,64	**
Tamanho de Silo	1	1088,30	**
Período	6	11021,20	**
Condição x Tratamento	3	148,42	**
Condição x Tam. Silo	3	104,81	**
Condição x Período	18	216,32	**
Tratamento x Tam. Silo	1	69,86	*
Tratamento x Período	6	77,08	**
Tam. Silo x Período	6	193,76	**
Outras interações	9		
Resíduo	166	15,28	
TOTAL	223		

C.V. % ==> 8,01

ns ==> Não Significativo (P > 0,05)

* ==> Significativo a 5% de probabilidade (P < 0,05)

** ==> Significativo a 1% de probabilidade (P < 0,01)

A Tabela 35 apresenta os valores médios da germinação das sementes para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem, isoladamente.

TABELA 35 - Valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para os fatores Condição, Tratamento, Tamanho do silo e Período de armazenagem.

Germinação das sementes					
Condição		Tratamento / Tam. silo		Período	
C ₁	44,41 d	T ₁	50,04 a	P ₀	74,69 a
C ₂	50,36 b	T ₂	47,52 b	P ₁	63,64 b
C ₃	46,91 c			P ₂	58,34 c
C ₄	55,44 a			P ₃	51,33 d
		S ₁	46,58 a	P ₄	39,14 e
		S ₂	50,98 b	P ₅	32,07 f
				P ₆	22,24 g

Para cada coluna, os valores seguidos pelas mesmas letras não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 35 referentes ao fator Condição indicam que o valor médios da germinação das sementes armazenadas sofreu um acentuado decréscimo em todas as condições, sendo que os menores decréscimos ocorreram nos silos de fibra de vidro (C₄) e nos de flandre de zinco enterrados no solo (C₂). Com relação aos fatores Tratamentos e Tamanho do silo, os dados da tabela apontam para um decréscimo da germinação em todas as situações, sendo que os menores decréscimos ocorrerem, respectivamente, no armazenamento sem casca de laranja (T₁) e nos silos maiores (S₂). A Tabela 35 indica ainda, com relação ao fator Período de armaze-

nagem, a ocorrência de uma diminuição contínua e significativa da germinação das sementes ao longo do tempo de armazenamento.

Assim como foi verificado na análise do vigor das sementes, quando se considera as situações de isolamento térmico dos silos nas condições C₂ e C₄, os resultados obtidos para o fator Condição indicam que a germinação das sementes é influenciado pela temperatura, enquanto que, os dados relativos ao fator Período da armazenagem indicam uma forte influência do tempo de armazenagem sobre a germinação. Essas indicações também estão em perfeito acordo com os resultados obtidos por CARVALHO & NAKAGAWA (1979) e ALMEIDA (1981), respectivamente.

A Tabela 36 apresenta os valores médios de germinação das sementes para a interação Condição x Tratamento.

TABELA 36 - Comparação entre os valores médios de germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tratamento.

Condição	Tratamento	
	T ₁	T ₂
C ₁	47,00 cA	41,81 cB
C ₂	51,30 bA	49,42 abA
C ₃	46,00 cA	47,82 bA
C ₄	55,87 aA	51,01 aB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 36 indicam que, nos dois tratamentos estudados, as menores reduções da germinação das sementes ocorreram nas condições C₂ e C₄, situação já verificada quando da análise isolada do fator Condição, o que aponta para um efeito pouco relevante do fator Tratamento. Esse efeito, no entanto, se mostrou significativo nas condições C₁ e C₄, com uma menor redução da germinação no armazenamento sem casca de laranja (T₁).

A Tabela 37 apresenta os valores médios de germinação das sementes para a interação Condição x Tamanho do silo.

TABELA 37 - Comparação entre os valores médios de germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Tamanho do silo.

Condição	Tamanho do silo	
	S ₁	S ₂
C ₁	43,84 bA	44,98 cA
C ₂	48,51 aB	52,20 bA
C ₃	43,07 bB	50,75 bA
C ₄	50,88 aB	56,00 aA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 37 indicam que, nas quatro condições estudadas, as sementes armazenadas nos silos maiores (S₂) apresentaram uma menor redução na germinação, com diferença não significativa apenas nos silos de flandre de zinco expostos ao ar (C₁). Considerando o fator Condição isoladamente, a Tabela 37

mostra que, para os dois tamanhos de silos, as menores reduções na germinação das sementes ocorreram, de forma idêntica ao vigor, nos silos de flandre de zinco enterrados no solo (C₂) e de fibra de vidro (C₄), caracterizados por um melhor isolamento térmico.

A Tabela 38 apresenta os valores médios da germinação das sementes para a interação Condição x Período de armazenamento.

TABELA 38 - Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Condição x Período de armazenamento.

Condição	Período						
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆
C ₁	74,69aA	69,91aA	50,21bB	45,38bB	36,61bcC	24,87bD	9,19bE
C ₂	74,69aA	62,85abB	58,50aB	50,37abC	40,86abD	34,66aED	30,58aE
C ₃	74,69aA	60,00bB	60,35aB	53,25aB	33,16cC	31,12abC	15,80bD
C ₄	74,69aA	61,82cbB	64,29aB	56,32aC	45,93aD	37,65aE	33,40aE

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 38 indicam que, para todos os períodos analisados, não existiram diferenças significativas entre os valores da germinação das sementes submetidas às condições C₂ e C₄ e que entre as condições C₁ e C₃ essas diferenças foram significativas apenas nos períodos P₁, P₂ e P₃. Comparativamente, e com exceção significativa apenas na combinação P₁T₁, os valores obtidos para as condições C₂ e C₄ foram superiores aos obtidos para as condições C₁ e C₃.

Considerando as condições isoladamente, a tabela 38 mostra uma redução contínua e geralmente significativa da germinação das sementes ao longo do tempo de armazenamento para todas as condições, com exceção da passagem P₁-P₂, que apresentou um aumento não significativo nas condições C₃ e C₄.

Esses resultados evidenciam a importância dos dois fatores analisados e reforçam as afirmações de que a germinação das sementes armazenadas sofre a influência da temperatura (CARVALHO & NAKAGAWA, 1979) e decresce com o tempo (ALMEIDA, 1981).

A Tabela 39 apresenta os valores médios da germinação das sementes para a interação Tratamento x Período de armazenamento.

TABELA 39 - Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Tratamento x Período de armazenamento.

Período	Tratamento	
	T ₁	T ₂
P ₀	74,69 aA	74,69 aA
P ₁	64,06 bA	63,23 bA
P ₂	59,76 bA	56,91 cA
P ₃	53,21 cA	49,45 dA
P ₄	38,53 dA	39,75 eA
P ₅	36,18 dA	27,97 fB
P ₆	23,88 eA	20,61 gA

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 39 indicam que, nos dois tratamentos estudados, ocorreu um decréscimo contínuo e geralmente significativo da germinação das sementes ao longo do tempo de armazenagem, situação já verificada quando da análise isolada do fator período, o que novamente aponta para um efeito pouco relevante do fator tratamento. De fato, esse efeito se mostrou significativo apenas no período P_5 , com uma menor redução da germinação das sementes armazenadas sem casca de laranja (T_1).

A Tabela 40 apresenta os valores médios da germinação das sementes para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

TABELA 40 - Comparação entre os valores médios da germinação das sementes de feijão mulatinho para a interação Período de armazenamento x Tamanho de silo.

Período	Tamanho de Silo	
	S_1	S_2
P_0	74,69 aA	74,69 aA
P_1	65,12 bA	62,17 bA
P_2	58,25 bA	58,42 cA
P_3	49,73 cA	52,93 dA
P_4	36,80 dA	41,48 eB
P_5	29,43 eA	34,72 fB
P_6	14,95 fA	29,53 gB

Os valores seguidos pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e pelas mesmas letras maiúsculas nas linhas não apresentam diferença significativa entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 40 indicam que, para os dois tamanhos de silo, ocorreu um decréscimo contínuo da germinação das sementes ao longo do tempo, situação semelhante à verificada na análise isolada do fator Período. O efeito do fator Tamanho de silo mostrou-se significativo apenas após 120 dias de armazenagem, quando as menores reduções da germinação ocorreram nos silos grandes (S_2).

Pelo conjunto de informações obtidas, fica evidenciada a importância dos fatores Período de armazenamento e Condição na alteração da germinação das sementes, enquanto que o fator Tamanho de silo desempenham um papel secundário, manifestando-se apenas nas etapas finais, e o fator Tratamento se revela praticamente sem influência sobre o processo.

4.7. Tempo de Cocção

A Tabela 41 apresenta os tempos considerados ideais para a cocção das sementes em todas as situações estudadas no experimento.

Os dados da Tabela 41 indicam que, para todas as situações estudadas, o tempo ideal de cocção das sementes sofreu um aumento praticamente contínuo com o decorrer do tempo de armazenagem, tendo ocorrido apenas leves oscilações em alguns dos períodos intermediários. Ao final do experimento (P_6), o tempo considerado ideal para a cocção das sementes foi sempre superior ao tempo ideal obtido na fase inicial (P_0).

TABELA 41 - Tempo ideal de cocção das sementes de feijão mulatinho armazenadas nas diferentes situações do trabalho (em minutos).

SITUAÇÃO	TEMPO ARMAZ. Dias	CONDIÇÃO 1		CONDIÇÃO 2		CONDIÇÃO 3		CONDIÇÃO 4	
		T ₁	T ₂						
SIL P E Q U E N D	0	60	60	60	60	60	60	60	60
	30	65	70	65	69	65	70	65	65
	60	75	80	60	75	70	70	70	65
	90	85	75	75	65	70	75	75	75
	120	80	80	70	70	75	80	75	65
	150	75	80	80	85	70	80	75	75
	180	100	85	100	95	95	90	90	80
S I L G R A N D E	0	60	60	60	60	60	60	60	60
	30	70	75	65	60	70	65	65	70
	60	75	60	70	70	60	70	65	75
	90	75	75	70	65	65	70	70	65
	120	70	75	75	80	70	65	65	60
	150	70	85	75	75	80	75	65	65
	180	70	70	80	80	85	75	85	65

Condição 1: silo metálico.

Condição 2: silo metálico enterrado no solo.

Condição 3: silo metálico com isolamento de casca de arroz

Condição 4: silo de fibra de vidro.

Silo Pequeno: silo com capacidade de 5 quilos.

Silo Grande : silo com capacidade de 20 quilos.

T₁: sementes de feijão sem tratamento de casca de laranja.

T₂: sementes de feijão com tratamento de casca de laranja.

O aumento do tempo ideal de cocção das sementes de feijão carioquinha com o decorrer do tempo de armazenagem também foi registrado por ZIMMERMAN *et alii* (1975), que deram destaque a aumentos significativos geralmente observados após 06 meses de estocagem. Situação idêntica foi verificada para a cocção do feijão tipo "Pinto beans", de aspecto bastante semelhante ao carioquinha, com registro de um aumento do tempo ideal de cocção em função do período de armazenamento (BURR *et alii*, 1968; SARTORI, 1982).

Com relação ao fator Condição, os dados da Tabela 41 não permitem atribuir um efeito relevante à presença ou ausência de casca de laranja seca e moída em mistura com as sementes sobre o tempo ideal de cocção. De fato, ao longo do tempo de armazenagem, os tempos ideais de cocção apresentaram oscilações frequentes em função desse fator, sendo que, ao final do experimento (180 dias), os tempos ideais de cocção foram menores para as sementes armazenadas com casca de laranja (T_2), quando comparados com os obtidos para o armazenamento sem casca (T_1).

Os dados da Tabela 41 também não permitem atribuir um efeito relevante ao fator Condição, sendo que apenas ao final do experimento (F_4) fica evidenciada uma pequena diminuição do tempo médio para a cocção das sementes mantidas nos silos de fibra de vidro (C_4), quando comparado com os tempos médios obtidos no mesmo período para as demais condições.

Com relação ao fator Tamanho de silo, os dados da Tabela 41 apontam para uma tendência de redução dos tempos ideais de cocção das sementes mantidas nos silos grandes, quando comparados com os tempos correspondentes aos silos pequenos, sendo que essa influência se mostra mais acentuada ao final do experimento (P₂).

Comparando os tempos médios ideais de cocção das sementes após os 180 dias de armazenamento com os obtidos no início do experimento, a partir da tabela 41 fica caracterizada a ocorrência de um acréscimo de tempo de 96, 88, 80 e 73%, para as combinações S₁ T₁, S₁ T₂, S₂ T₁ e S₂ T₂, respectivamente. Essa análise indica que, para efeito de tempo de cocção o armazenamento mais indicado foi o realizado em silos grandes e com presença de casca de laranja (S₂ T₂), que apresentou uma redução de 25% desse tempo com relação ao armazenamento em silo pequeno sem casca de laranja (S₁ T₁), considerada a combinação menos adequada.

4.8. Coloração do Tegumento

A alteração da coloração do tegumento das sementes, avaliada por observação visual comparativa, evidenciou a importância dos fatores Período de armazenagem e Condição. A Figura 1 retrata a variação da coloração do tegumento das sementes em uma das situações estudadas.



FIGURA 1 - Aspecto das sementes de feijão mulatinho após 6 meses de armazenamento (F_7) em silos grandes (S_2) sem adição de casca de laranja seca e moída (T_1).

Para todas as condições e tratamentos estudados, ao final do experimento as sementes apresentaram o tegumento visivelmente escurecido quando comparadas com aquelas conservadas em estufa a 10°C , que foram consideradas como mantendo as características originais de coloração. Essa observação ressalta a importância do fator período de armazenamento no processo em questão, cuja influência já havia sido apontada por JORDAO (1976) e SARTORI (1982) ao afirmarem que em feijão armazenado o escurecimento tende a aumentar com o período de armazenagem.

O escurecimento observado ao final do experimento, no entanto, foi muito acentuado nas sementes mantidas nos silos de flandres de zinco expostos ao ambiente (C_1) e isolados com casca

de arroz (C₃), enquanto que nos silos de flandre de zinco enter-
rados no solo (C₂) e de fibra de vidro (C₄) esse escurecimento
foi mais atenuado. Considerando os mecanismos de isolamento tér-
mico que diferenciam as quatro condições, essa observação evi-
dencia a importância do fator Temperatura, já apontada por TOOLE
et alii (1948) e VONGSARNPIGOON (1976) ao afirmarem que o escure-
cimento do tegumento do feijão armazenado tende a aumentar com o
teor de umidade e com a temperatura.

Com relação ao fator Tratamento, não foram observadas
diferenças na coloração do tegumento das sementes armazenadas com
ou sem casca de laranja seca e moída em nenhuma das condições,
contrariando as expectativas de uma influência relevante desse
fator, descrita anteriormente por CAVALCANTI MATA (1987) para o
armazenamento de feijão macassar sob condições ambientais de
laboratório. A ausência do efeito desse tratamento no
experimento com o feijão mulatinho poderia ser atribuída à
influência da temperatura sobre os ácidos voláteis da casca de
laranja.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem concluir que, nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, durante o armazenamento do feijão mulatinho:

1. o teor de proteína sofre uma redução gradativa ao longo do tempo, sendo que essa redução é menos acentuada nos silos de menor porte e de melhor isolamento térmico.
2. o teor de carboidratos totais sofre uma redução gradativa ao longo do tempo, sendo praticamente insignificante a influência dos outros fatores estudados.
3. a umidade das sementes aumenta com o decorrer do tempo, podendo haver uma diminuição na fase inicial em função da umidade do ambiente no momento do armazenamento. As menores umidades são obtidas nos silos de menor porte e melhor isolamento térmico.
4. o vigor e a germinação das sementes sofrem uma redução gradativa ao longo do tempo, sendo que essas reduções são menos acentuadas nos silos de maior porte, com melhor isolamento térmico e sem a adição de casca de laranja seca e moida.

5. o tempo ideal de cocção das sementes sofre um acréscimo com o tempo de armazenamento, sendo que, especialmente em períodos mais prolongados, essa acréscimo é menos acentuado nos silos de maior porte, com melhor isolamento térmico e com a adição de casca de laranja seca e moída.
6. o tegumento das sementes sofre um escurecimento durante o armazenamento, sendo que esse escurecimento é menos acentuado nos silos com melhor isolamento térmico e não é influenciado pela presença de casca de laranja seca e moída.
7. o conjunto estudado de características químicas e fisiológicas das sementes foi influenciado sensivelmente pelo fator Condição, com melhores resultados nos silos de fibra de vidro, pelo fator Tamanho, com melhores resultados nos silos grandes e, especialmente, pelo fator Período, com um acentuado efeito na redução percentual dessas características.

Em função das dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento do trabalho e de alguns dos resultados obtidos, para a realização de novos experimentos dessa natureza, recomenda-se que:

1. as análises referentes ao teor de proteína sejam realizadas através de métodos que não se fundamentem na dosagem de Nitrogênio e que possam compensar os possíveis erros decorrentes da alteração do peso seco das sementes durante o experimento.

2. os silos utilizados tenham maior capacidade e uma vedação mais eficiente, minimizando a influência da umidade relativa do ar do meio ambiente.
3. seja estudada a transferência de calor entre os meios exterior e interior dos recipientes armazenadores
4. seja feita a identificação dos percentuais de ácido cítrico e ascórbico da casca de laranja antes da adição nos recipientes armazenadores, e ao longo do período de armazenagem.
5. o tempo de duração do experimento e o intervalo entre as observações sejam mais prolongados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, F. de A.C. Efeito da temperatura e umidade relativa do ar sobre a germinação, vigor e teor de umidade de sementes armazenadas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.r.) Campina Grande, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, 1981. 65 p. Dissertação de Mestrado.

ARAUJO, J.M. de A. Escurecimento enzimático em alimentos - Aspectos químicos e controle. Ed. UFV - Viçosa/MG - 1985. 14p.

BOSCO, J. Armazenamento de Sementes de feijão (*Vigna unguiculata* (L)) em algumas localidades do Norte e Nordeste do Brasil. UFP - Pelotas/RS 1978. 52p. (Dissertação de Mestrado). }

BOSCO, S.J. Análise de alguns componentes químicos em sementes de feijão (*Vigna unguiculata* (L) walpers) submetidas a diversas condições controladas de armazenagem. UFPB - Areia/PB 1985. (Dissertação de Mestrado)

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para Análise de Sementes. Brasília, 1976. 188p.

BURR, H.K.; KON, S.; MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content, temperature and time of storage. Journal of Food Technology, Oxford, 22:336-8, 1968.

- CARVALHO, N.M. ; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas. Fundação Cargill, S.P., Brasil. 1979.
- CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. Relatório Anual de Pesquisa - Núcleo de Tecnologia em Armazenagem - Campina Grande/PB 1987. 85p.
- CHRISTENSEN, C.M. ed Storage of cereal grains and their products. Minnesota, American Association of Cereal Chemists, 1974, 549p.
- DAFTARY, R.D.; POMERANZ, Y.; SAVER, D.B. Changes in flour damage by mold during storage. Effects on lipid, lipoprotein and protein. Agr. Food Chem. 1970.
- DAWSON, E. H.; LAMB, J. C.; TOEPFER, E. W.; WARREN, H. W. Development of rapid methods of soaking and cooking dry beans Washington, D.C., United States Department of Agriculture, 1952, 53p. (Tech. Bull., 1051).
- DELOUCHE, J.C. e POTTS, H.C. Precepts for seed storage. IN: Short course for seed - Smen Mississippi State, 1968. 85-119p.
- DELOUCHE, J.C. Determinants of seed quality. Mississippi, seed Technology Laboratory 53-68p., 1971.
- DELOUCHE, J.C. & POTTS, H.C. Programa de sementes, planejamento e implantação, 2 ed., AGIPLAN, Brasília/DF, 124p. 1974.
- DURIGAN, J.F. Influencia do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, fisico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (Phaseolus vulgaris L.). UNICAMP - Campinas/SP 1979. (Dissertação de Mestrado)

ELIAS, L.G.; BRESSANI, R.; FLORES, M. Problems and potentials in storage and processing of food legumes in Latin America. In: SEMINAR ON POTENTIALS OF FIELD BEANS AND OTHER FOOD LEGUMES IN LATIN AMERICA, 1973, Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1973. p. 52-87.

GLOYER, W.O. Sclerema and hardshell, two types of hardness of the bean. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, New Brunswick, 1921. 13 : 60 p.

GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba/SP; Nobel, 1978. 85p.

GRAGZA, R. Aging and storage studies in flours and air - classified flour fractions. Cereal Chem. 42:333-358, 1965.

GROSS, E. Veraderngen der Getreidesamen bei 10. Johinger Lager- ning. Biedermanns Zentr. 48:395-400. 1919.

HARRINGTON, J.F. Drying, storing and packaging seeds to maintain germination and vigor. IN short course for seedmen. Missis- sippi State University, 1959, 89-107p.

HARRINGTON, J.F. Problems of seed storage. In: HEYDECKER W. Comp. Seed Ecology. London 14:251-262. 1972.

JONES, D.B. & GERSDORFF, C.E.F. The effect of storage on the protein of wheat, white flour, and whole wheat flour. Cereal Chem. 18:417-434, 1941.

- JORDAO, B.A.; CARVALHO, G.R.; SARTORI, M.R.; ANGELUCCI, E.; LEITAO, M.F.F.; COSTA, S.I.; MIYA, E.E. Armazenamento de feijão de mesa em escala industrial, a granel em silo ventilado artificialmente. Coletânea do ITAL, Campinas, 7:265-98, 1976.
- KENT, N.L. Composición química de los cereales. In: Tecnología de los cereales. Zaragoza, EDITORIAL ACRIBIA, 36-62, 1971
- KOSLOVA, L.T. ; NEKRASOVA, B.P. Changes in wheat quality during prolonged storage. Trudy Tseutr. Nauch - Issleddovatel. Lab. Glavnoe Upravlenie Gosudarst. Material no. 4:60-80, 1956.
- LEAVIT, S. ; LeCLERC, J.A. Change in the composition of unground cereals during storage. Ind. Eng. Chem. 1:299-302, 1909.
- LEBEDEFF, G.A. Heredity and environment in the production of hardshell seed in common beans (*Phaseolus vulgaris*). Rio Piedras, Agriculture Experiment Station, Research Bull., 4. 1943
- LINKO, P.; CHENG, Y.Y. ; MILNER, M. Changes in the soluble carbohydrates during browning of wheat embryos. Cereal Chem., 548-556. 1960
- LUH, M ; PHITHAKPOL, B. Characteristic of polyphenoloxydase related to browning in cling peaches. Journal of Food Science, Chicago 37:264, 1972.

- LYNCH, B.T.; GLASS, R.L. ; GEDDES, W.F. Grain storage studies XXXII. Quantitative changes occurring in the sugars of wheat deteriorating in the presence and absence of molds. Cereal Chem. 39:259-262, 1962.
- MAFFIA, L.M. & AMARAL, M.S.R. Feijão: Valor nutritivo e uso na alimentação. Inf. Agropec. Belo Horizonte. 8(90):62-64, 1982.
- MEYER, L.H. Food Chemistry. Reinhold Publishing Corporation. 385p. 1960.
- MILNER, M.; GEDDES, W.F. Grain storage studies IV Biological and chemical factors involved in the spontaneous heating of soybeans. Cereal Chem. 23:449-470, 1946.
- MONTGOMERY, R.; SMITH, F. A review of carbohydrates of wheat and other cereal grains. Agr. Food. Chem. 4:716-720, 1956.
- MOORE, R.P. Previous history of seed lots and differential maintenance of seed viability and vigor in storage. Proceedings of the International Seed Testing Association. 491-699, 1973.
- MORRIS, J.J.; OLSON, R.L. & BEHN, R.C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. Journal of Food Technology, Oxford 4:247-51, 1950.
- PANIAGO, C.F.A.; ANDRADE, D.F. de; TSURUTA, J.H.; CAMARGO NETO, J.; FESTA, M.M.; PEDROSO Jr.M.; PACHECO, O.I.P. & EVANGELISTA, S.R.M. Software Científico - SOC. Campinas - S.P. EMBRAPA / NTIA, 1987.

- PIXTON, S.W. ; HILL, S.T. Long-term storage of wheat II. J. Sci. Food Agr. 18:94-98, 1967.
- FOIDEVIN, N.L.E. ; ROBINSON, L.A. Método de diagnóstico foliar utilizados nas plantações do grupo BOOKER Guiana Inglesa, 1ª parte Fertilité. 21:3-11 (1964).
- POPINIGIS, F. Qualidade de sementes. Lavoura arroeira. Porto Alegre. Instituto Riograndense do Arroz. 288p., 1975.
- POPINIGIS, F. Fisiologia da Semente. Brasília. 289p., 1985.
- POPOV, N.F.; TIMOFEEV, L.I. Some data on the chemistry of wheat ripened after harvesting in storage, silos or elevators. Sci. Inst. Cereal Res. (USSR). 11:59-83, 1933.
- PUZZI, D. Abastecimento e armazenagem de grãos. Campinas/SP Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 1986. 603p.
- RAMSTAD, P.E.; GEDDES, W.F. The respiration and storage behavior of soybeans. Min. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 156, 1942.
- SARTORI, M.R. Technological quality of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) stored under nitrogen. Manhattan 1982. 60p.
- SASSERON, J.L. Umidade e temperatura dos grão armazenados. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1978. 80p.
- SHUTT, F.T. Influence of age on wheat and flour. Can. Ann. Rep. Explt. Farms, 1909. 144 p.

SHUTT, F.T. Influence of age on wheat and flour. Com. Ann. Rep. Exptl. Farms. 1911. 168p.

SINCLAIR, T.R.; WIT, C.T. Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. Science, 189 : 565-567, 1975.

SMITH, C.V. Meteorology and grain storage. Geneva; World Meteorological Organization, 1969. 65p.

SOMOGYI, M. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem.; 200: 145-154, 1952.

SOUZA, B.B. Uso de transformações que visam a homocedasticidade. Brasilia, UNB, 1978.

TAUFEL, K.; ROMMINGER, K.; HISCHFELD, W. Oligosaccharide von Getreide und Mehl. Z. Lebensin. Unters. Forsch. 109:1-12. 1959.

TOOLE, E.H.; TOOLE, V.K. ; GORMAN, E.A. Vegetable seed storage as affected by temperature and relative humidity. Washington USDA, 1948. (Technical Bulletin, 972).

U.S.D.A.- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Composition of foods. Washington D.C., U.S.A Agriculture Handbook - no. 8, 190p, 1963.

VONGSARNFIGOON, S. Effects of storage condition on the quality of dry and processed navy beans. East Lansing, 1979.

YAZDI-SAMADI, B.; RINNE, R.W.; SEIF, R.D. Components of developing soybeans seeds oil, protein, sugars, starch, organic acids and aminoacids. Agron. J. 69:(3):481-486, 1977

ZELNY, L. Chemical, physical, and nutritive changes during storage. Cereal Chemists 2:46-76, 1954.

ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M. ; YAMADA, T. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. A.B.P.P.F., Piracicaba/SF 1988, 589p.

ANEXO 1 - Metodologia para a determinação do teor de umidade, do vigor e da germinação de sementes, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1976)

A) UMIDADE

A umidade das sementes é determinada pelo método da estufa, a partir da perda de peso durante a secagem das amostras. As sementes são pesadas, mantidas em uma estufa à temperatura de 105°C ± 1°C por 24 horas e pesadas novamente. O percentual de umidade é calculado através da perda de peso dividida pelo peso inicial e multiplicada por 100:

$$U = \frac{P - p}{P} \times 100$$

onde:

U = Teor de umidade (%)

P = Peso da amostra antes da secagem

p = Peso da amostra após a secagem

B) VIGOR E GERMINAÇÃO

Para a execução dos testes de germinação e vigor, é utilizado um substrato de areia previamente esterilizada em estufa (130°C por 24 horas) e passada por uma peneira fina (n° 16 - ABNT, de malha de 1,19 mm).

A semeadura é realizada em bandejas plásticas, cada uma contendo areia (5 kg) irrigada (1 litro de água para cada 3 kg de areia). Em cada bandeja são semeados dois lotes de 100 sementes.

O vigor das sementes é determinado pela contagem realizada no quarto dia após a semeadura, enquanto que a germinação pela contagem no nono dia.

ANEXO 2 - Metodologia para a determinação do teor de carboidratos
totais em sementes, de acordo com SOMOGYI (1952)

1. SOLUÇÕES E REAGENTES

1.1. Solução de Acido Clorídrico (2,5N)

Toma-se 214,5 ml de HCl (D = 1.18), que são transferidos para um balão volumétrico de 1000 ml, completando-se em seguida seu volume com água destilada.

1.2. Solução de Hidróxido de Sódio (0,55N)

Pesa-se 4,4 g de hidróxido de sódio (NaOH), que após dissolvidas, são transferidas para um balão volumétrico de 200 ml, completando-se em seguida seu volume com água destilada.

1.3. Solução de Sulfato de Cádmio

Pesa-se 13,1 g de sulfato de cádmio ($Cd SO_4$), ao qual, após dissolvido, adiciona-se 66 ml de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4). Em seguida, esta solução é transferida para um balão volumétrico de 500 ml e completa-se o seu volume com água destilada.

1.4. Solução do reagente de cobre

a) Solução 1

Em 250 ml de água destilada são dissolvidos 12,0 g de tartarato de sódio e potássio e mais 24 g de carbonato de sódio.

b) Solução 2

Em 40 ml de água destilada são dissolvidos 4,0 g de sulfato de cobre ($\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

c) Solução 3

Junta-se a solução Nº 1 com a solução Nº 2 e adiciona-se 16 g de bicarbonato de sódio (NaHCO_3).

d) Solução 4

Em 500 ml de água destilada são dissolvidos 180 g de sulfato de sódio anidro, (NaSO_4), formando uma solução que, logo a seguir, é levada a placa aquecedora, para depois ser misturada com a solução de nº 3, transferindo-se em seguida para um balão volumétrico de 1000 ml e completando-se seu volume com água destilada.

1.5. Reagente Nelson's Arsenomolybdato

a) Em 450 ml de água destilada são dissolvidas 25 g de molibdato de amônia ($(\text{NH}_4)_6\text{MO}_7\text{O}_{24}$), adicionando-se a esta solução 21 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado.

b) Em 25 ml de água destilada são dissolvidos 3 g de arsenato de sódio ($\text{Na}_2\text{HASO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), . Em seguida, mistura-se as duas soluções e completa-se o volume de 500 ml com água destilada. A solução resultante foi mantida em estufa à 37 °C durante 48 horas em um recipiente escuro.

2. PROCEDIMENTO

Pesa-se 0,1 g da amostra de grãos previamente moidos, transfere-se para um tubo de ensaio e, em seguida, adiciona-se 2 ml de ácido clorídrico (HCl 2,5N). Leva-se ao banho maria por 2 horas para que ocorra a hidrólise dos polissacarídeos. Em seguida filtra-se para um balão de 100 ml, com auxílio de água destilada. Adiciona-se 1 ml de hidróxido de sódio (NaOH 0,55N) e carbonato de sódio (Na_2CO_3) até neutralizar a solução, testando com papel indicador até atingir a cor azul. A seguir, clarifica-se com 1 ml de sulfato de cádmio e completa-se o volume do balão com água destilada.

Com 3 repetições retira-se com pipeta volumétrica 1 ml da solução e, em seguida, coloca-se num tubo de ensaio, adicionando-se 1 ml do reagente de cobre e levando-se ao banho maria devidamente tampado durante 10 minutos. Depois de frio, adiciona-se 1 ml do reagente Nelson's e transfere-se para um balão de 50 ml, completando-se o volume com água destilada. Em seguida, faz-se a leitura com o espectrofotometro em 490 nm.

Os dados obtidos são transformados para absorbância e introduzidos em curva padrão de glicose, para obtenção dos valores de carboidratos totais. (Transformação e Curva Padrão no ANEXO 5).

Para zerar o aparelho prepara-se também uma prova em branco, composta de 1 ml do reagente de cobre em tubo de ensaio, que é levado ao banho maria por 10 minutos. Depois de frio, é adicionado 1 ml do reagente Nelson's e, em seguida, transfere-se para um balão de 50 ml e completa-se o volume com água destilada.

ANEXO 3 - Metodologia para a determinação do teor de açúcares redutores em sementes, de acordo com SOMOGYI (1952)

1. SOLUÇÕES E REAGENTES

1.1. Solução Alcoólica

Toma-se 80 ml de álcool etílico e completa-se com água destilada o volume para 100 ml.

1.2. Reagente de Cobre

Preparação idêntica ao item 1.4. do Anexo 2

1.3. Reagente Nelson's Arsenomolybdato

Preparação idêntica ao item 1.5. do Anexo 2

2. PROCEDIMENTO

Pesa-se 0,25 g da amostra de grãos previamente moídos e transfere-se para um tubo de ensaio. Em seguida, adiciona-se 10 ml de etanol 80% quente e agita-se com bastão de vidro durante 5 minutos; depois deixa-se em repouso por 5 minutos e, do sobrenadante, retira-se 1 ml em três repetições e transfere-se para um tubo de ensaio. Adicionando-se 1 ml do reagente de cobre e leva-se a banho maria por 10 minutos; depois de frio, adiciona-se 1 ml do reagente de Nelson's e transfere-se para um balão de 50 ml, completando-se o volume com água destilada. Em seguida, faz-se a leitura em espectro-fotometro à 600 nm. Paralelamente, é feita uma prova em branco, idêntica à descrita no item 2. do Anexo 2.

Os dados obtidos são transformados para absorvância e introduzidos em curva padrão de glicose, para obtenção dos valores de açúcares redutores. (Transformação e Curva Padrão no ANEXO 5).

ANEXO 4 - Metodologia para a determinação do teor de proteína de sementes pelo método micro Kjeldhal Guming, de acordo com POINDEVIN & ROBINSON (1964)

A determinação do percentual de proteína é realizada através da dosagem do nitrogenio contido no produto. Essa dosagem é feita com 0,2 g do material moído, adicionando-se em seguida 3 ml do ácido sulfúrico, 1 g de sulfato de sódio anidro e 7 gotas de uma solução de sulfato de cobre a 5%, obedecendo ao método micro Kjeldahl Guming.

O ataque começa a frio e, depois as amostras são aquecidas em forno elétrico até que se obtenha uma solução clara, prolongando-se ainda o aquecimento durante 40 minutos. Resfria-se e dilue-se a solução com bastante precaução, para evitar que corra o retorno da solução e adiciona-se água destilada até completar 100 ml. Toma-se 2 ml da solução, que são colocados num vaso de 50 ml em presença de 1 ml de hidróxido de sódio e de 2 ml do reativo de Nessler. Completa-se o volume com água destilada até 50 ml e a cor parda que aparece é medida em colorímetro. A concentração de nitrogênio é obtida por intermédio de um gráfico estabelecido com soluções padrão de cloreto de amônia através da leitura feita no espectrofotômetro em um comprimento de onda de 410 nanômetros.

O valor obtido referente à concentração de nitrogênio é multiplicada pela constante que depende do produto estudado, para feijão $C = 6,25$, estimando-se assim a percentagem de proteína.

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrogênio} \times 6,25$$

ANEXO 5 - Metodologia para a obtenção da curva padrão

Prepara-se uma solução de glicose a 0,1%, de onde retira-se 2, 5, 8, 10, 12, 15, 20, 25, 30 e 35 ml, que são transferidos para balões de 100 ml e completa-se o volume com água destilada. Toma-se 10 tubos de ensaio e, em cada um, adiciona-se 1 ml de cada uma das soluções de glicose e 1 ml do reagente de cobre, levando-se em seguida ao banho-maria por 10 minutos. Passado esse tempo, deixa-se esfriar e adiciona-se 1 ml do Reagente Nelson's Arsenomolibidato. Transfere-se os conteúdos dos tubos para balão volumétrico de 50 ml, lavando-se várias vezes com água destilada e completando o seu volume. Faz-se as leituras em espectrofotômetro à 490 nm e 600 nm, para carboidratos totais e açúcares redutores respectivamente.

No presente trabalho :

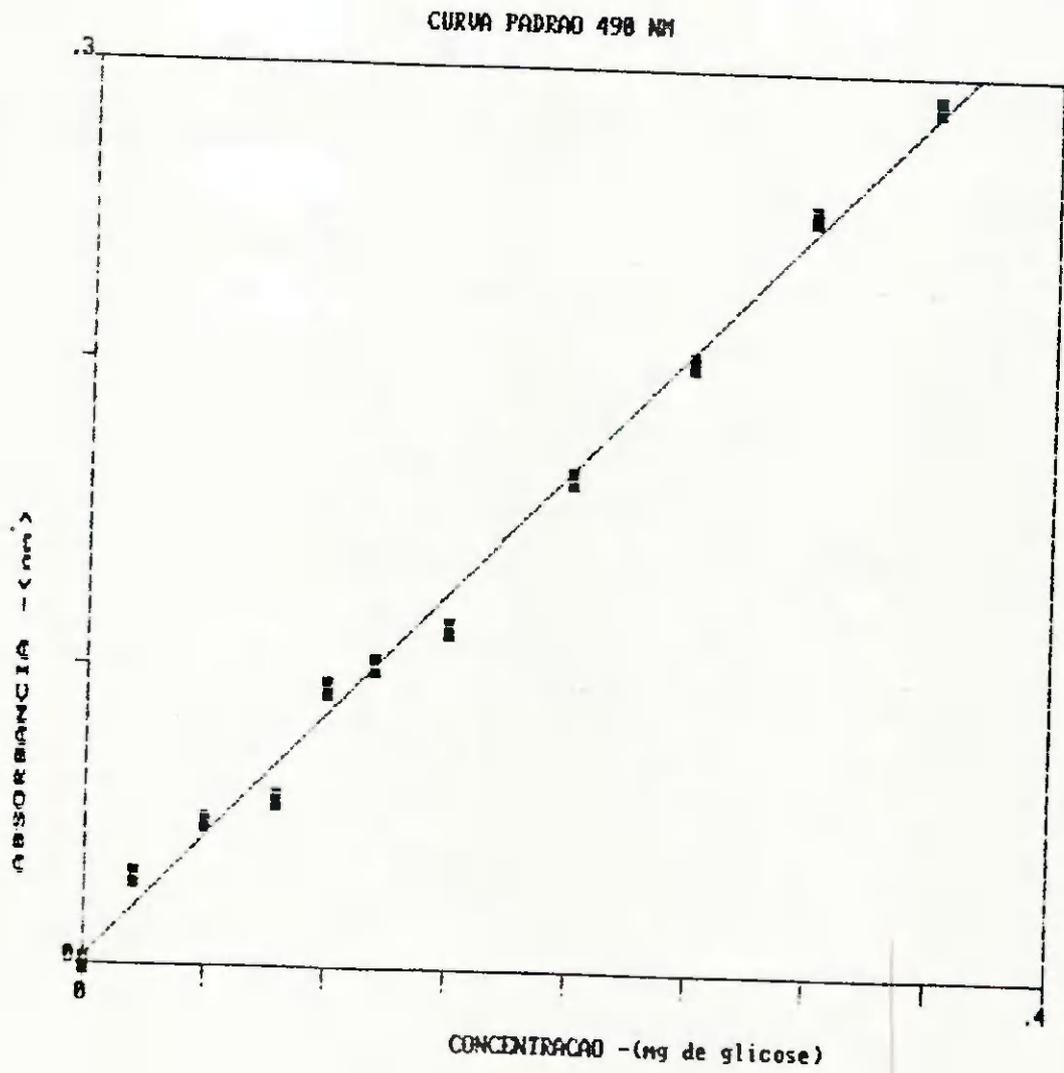
Para as leituras realizadas à 490 nm, obteve-se a equação da reta $y = 0,0031483 + 0,811564 x$ através de regressão linear, onde y é a leitura em absorbância e x é a concentração de glicose.

Para transformar as leituras obtidas em transmitância para absorbância, utiliza-se a seguinte fórmula: $A = 2 - \log T$, onde T é a leitura em transmitância à 490 nm.

Para as leituras realizadas à 600 nm, obteve-se a equação da reta $y = -0,01085 + 2,727209 x$ através de regressão linear, onde y é a leitura em absorvância e x é a concentração de glicose. A transformação de transmitância em absorvância se obtém através da fórmula: $A = 2 - \log T$, onde T é a leitura em transmitância à 600 nm.

As curvas obtidas estão apresentadas nos anexos 6 e 7 . As determinações dessas curvas padrão foram feitas com duas repetições.

ANEXO 6



ANEXO 7

