



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Tese de Doutorado

CINÉTICA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DURANTE A
MATURAÇÃO DOS FRUTOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ABÓBORA 'Jacarezinho'

ACÁCIO FIGUEIREDO NETO

Biblioteca UFCG
SMBC_CDSA
CAMPUS DE SUMÉ
Reg.10550/12

Campina Grande
Paraíba



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**



TESE

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PROCESSAMENTO E
ARMAZENAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**CINÉTICA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DURANTE A
MATURAÇÃO DOS FRUTOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ABÓBORA 'Jacarezinho'**

ACÁCIO FIGUEIREDO NETO

**CAMPINA GRANDE
PARAÍBA – BRASIL
2012**

**CINÉTICA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DURANTE A
MATURAÇÃO DOS FRUTOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE
FISIOLÓGICA DAS SEMENTES DE ABÓBORA ‘Jacarezinho’**

ACÁCIO FIGUEIREDO NETO

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Campina Grande, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, para
obtenção do título de *Doutor*.**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

ORIENTADORES: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida

Dra. Bárbara França Dantas

**Campina Grande - PB
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F469c Figueiredo Neto, Acácio
Cinética das propriedades mecânicas durante a maturação dos frutos e
avaliação da qualidade fisiológica das sementes de abóbora / Acácio
Figueiredo Neto. - Campina Grande, 2012.
112f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de
Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
Orientadores: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida e Profa. Dra.
Bárbara França Dantas.
Referências.

1. Maturação dos Frutos. 2. Propriedade reológica. 3. Conservação.
I. Título.

CDU 631.563.2 (043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

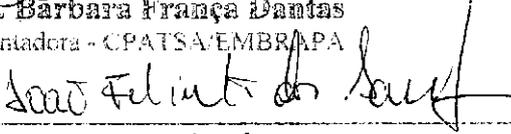
ACÁCIO FIGUEIREDO NETO

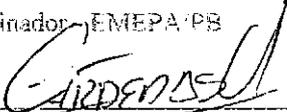
CINÉTICA DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DURANTE A MATURAÇÃO
DOS FRUTOS E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS
SEMENTES DE ABÓBORA "JACAREZINHO"

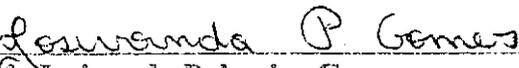
BANCA EXAMINADORA

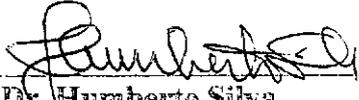

Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida
Orientador - UAEEA/CTRN/UFPA


Dr. Barbara França Dantas
Orientadora - CPATSA/EMBRAPA


Dr. João Felinto dos Santos
Examinador - EMEPA/PB


Dr. Nelson Cardenas Olivier
Examinador - UNIVASF


Dr. Jesivanda Palmeira Gomes
Examinadora - UAEEA/CTRN/UFPA


Dr. Humberto Silva
Examinador - UEPB

PARECER

Aprovado

Aprovado

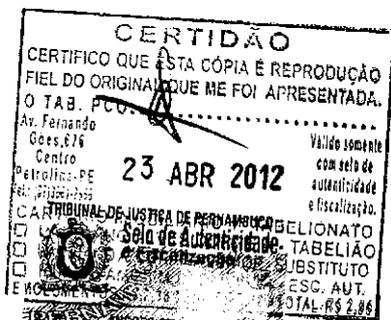
Aprovado

Aprovado

Aprovado

APROVADO

ABRIL - 2012



DEDICATÓRIA

Ao meu Deus,
Aos meus amados pais, Antônio e Fátima...
A minha esposa Raquel...
Ao meu filho Davi...

Dedico este trabalho.

“... Seja bendito o nome de **DEUS**, de eternidade a eternidade, porque Dele é a sabedoria e o poder; é Ele quem muda o tempo e as estações, remove reis e estabelece reis; Ele dá sabedoria aos sábios e entendimento aos inteligentes. Ele revela o profundo e o escondido; conhece o que está em trevas e com Ele mora a luz.”

(Daniel 2:20-22)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser Ele o meu pastor e renovador das minhas forças.

Aos meus pais, pela atenção, incentivo, dedicação e presença constante na minha vida.

À minha esposa Raquel, pelo amor, companheirismo, paciência e dedicação durante esta fase da minha vida.

Ao meu filho Davi, que ainda bem pequeno, me fez ver e sentir o privilégio de ser pai.

Aos meus irmãos Antonio e Júlia, pelo carinho, amizade e incentivo.

As minhas cunhadas Isabel e Keila, e ao meu cunhado Felipe pelo apoio.

À Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Professor Francisco de Assis Cardoso Almeida, pela excelente orientação e confiança durante estes anos de convivência.

À Professora Josivanda Gomes pelo apoio de sempre.

À Dra. Bárbara França Dantas pela orientação, apoio e auxílio sempre disponível.

Ao Dr. Nataniel Franklin de Melo (Chefe Geral da Embrapa Semiárido) pela liberação de acesso ao centro e aceitação do convênio UFCG e Embrapa Petrolina.

Ao Professor Carlos Alberto Aragão (UNEB) pelo incentivo sempre presente antes, durante e depois do experimento de campo.

Aos Professores Nelson Cárdenas Olivier e Alan Dantas do Laboratório de Engenharia Mecânica da UNIVASF pelo apoio nos pleitos durante a execução do trabalho.

À Professora Silvia Helena Nogueira Turco pela compreensão (quando chefe imediata) e apoio para conclusão deste curso.

Aos Professores Marcelo Coelho e Maria Cláudia (IF Sertão PE) pela amizade sincera.

Aos meus colegas de trabalho na UNIVASF pelo companheirismo e agradável convivência.

Aos professores da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UFCG - Área de Armazenamento) pelos conhecimentos transmitidos ao longo do doutorado.

Aos meus alunos do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental pelo apoio.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente, aqui não citados, mas guardados no reconhecimento de minha vida.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA

Acácio Figueiredo Neto, filho de Antonio Figueiredo e Maria de Fátima Freire Figueiredo, nasceu no dia 12 de abril de 1977 em João Pessoa, Paraíba.

No seu primeiro ano de nascimento seus pais se mudaram para a cidade de Campina Grande. Na escola “O Pequeno Príncipe” aprendeu as primeiras lições. Prosseguindo em seus estudos, ainda em Campina Grande, tendo concluído o ensino médio no Colégio “Imaculada Conceição” (DAMAS), prestou vestibular para curso de Agronomia por ter afinidade e vivência com a terra.

Em 1995, ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica, da Universidade Federal da Paraíba, na cidade de Areia, graduando-se em março de 2000.

Passou um ano trabalhando com o seu pai na propriedade da família, e logo depois voltou para academia para se especializar. Em julho de 2003, na Universidade Federal de Campina Grande, concluiu o Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola.

No ano de 2005 passou na seleção do curso de doutorado na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Em 2006 já casado, foi aprovado no concurso da Embrapa juntamente com sua esposa.

Em março de 2007 foi residir na cidade de Petrolina, onde neste mesmo ano foi aprovado no concurso para Professor temporário do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET Petrolina).

Já no ano de 2009 foi aprovado no concurso para Professor efetivo da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), para ser lotado no Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental.

Em março de 2010 fez uma nova seleção para o curso de doutorado em Engenharia Agrícola, desta vez, na Universidade Federal de Campina Grande, submetendo-se à defesa de tese em abril de 2012.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO GERAL.....	xvi
ABSTRACT GENERAL.....	xvii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	01
2. OBJETIVOS.....	04
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL.....	05
3.1. Propriedades mecânicas.....	09
3.1.1. Comportamento de força-deformação.....	09
3.1.2. Comportamento elástico-plástico.....	14
3.2. Maturação fisiológica e qualidade de sementes.....	17
3.3. Armazenamento de sementes.....	21
3.4. Referências bibliográficas.....	23
4. CAPÍTULO 1 – MATURAÇÃO DE SEMENTES DE ABÓBORA ‘JACAREZINHO’ PRODUZIDAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO.....	28
Resumo	29
Abstract.....	30
4.1. Introdução.....	31
4.2. Material e Métodos.....	33
4.3. Resultados e Discussão.....	38
4.4. Conclusões.....	45
4.5. Referências Bibliográficas.....	46

5. CAPÍTULO 2 – COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS FRUTOS DE ABÓBORA ‘JACAREZINHO’ SUBMETIDOS À COMPRESSÃO DURANTE A MATURAÇÃO.....	49
Resumo	50
Abstract.....	51
5.1. Introdução.....	52
5.2. Material e Métodos.....	57
5.3. Resultados e Discussão.....	61
5.4. Conclusões.....	69
5.5. Referências Bibliográficas.....	70
6. CAPÍTULO 3 – INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E DO LOCAL DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ABÓBORA ‘JACAREZINHO’.....	73
Resumo	74
Abstract.....	75
6.1. Introdução.....	76
6.2. Material e Métodos.....	80
6.3. Resultados e Discussão.....	85
6.4. Conclusões.....	92
6.5. Referências Bibliográficas.....	93
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
ANEXOS.....	97



LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL		Página
Tabela 1.	Relação de deformação entre maçãs moles e firmes	12
CAPÍTULO 1		
Tabela 1.1.	Dados meteorológicos da área de estudo durante a condução do experimento.....	33
Tabela 1.2.	Descrição dos estádios de maturação dos frutos de abóbora cv. Jacarezinho de acordo com a coloração da polpa e a formação da semente, Juazeiro – BA (2011).....	36
CAPÍTULO 2		
Tabela 2.1.	Valores médios dos raios de curvatura dos frutos de abóbora (mm) para estádio de maturação.....	61
Tabela 2.2.	Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 2,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	97
Tabela 2.3.	Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 5,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	97
Tabela 2.4.	Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 7,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	97
Tabela 2.5.	Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 10,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	98
Tabela 2.6.	Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 2,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	98
Tabela 2.7.	Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 5,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	98
Tabela 2.8.	Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 7,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	99
Tabela 2.9.	Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 10,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	99

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1.	Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar, registradas no laboratório durante o armazenamento das três variedades de sementes de abóbora. Embrapa Semiárido, Petrolina – PE, 2011.....	82
Tabela 3.2.	Quadrado médio (QM) da análise de variância para as determinações e os testes de qualidade fisiológica das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ armazenadas durante doze meses. Petrolina – PE, 2011 (Anexo).....	104
Tabela 3.3.	Teor de água (%) das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ armazenadas durante doze meses em diferentes embalagens e condições ambientais. Petrolina – PE, 2011.....	85
Tabela 3.4.	Resultados médios de germinação e vigor (teste de frio, emergência das plântulas, peso seco, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência) de sementes de abóbora armazenadas durante doze meses em diferentes embalagens e condições ambientais. Petrolina – PE, 2011.	87
Tabela 3.5.	Coefficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica ¹ das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ durante o armazenamento. Petrolina – PE, 2011.....	90
Tabela 3.6.	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de teor de água das sementes de abóbora.	105
Tabela 3.7.	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de teor de água das sementes de abóbora.....	105
Tabela 3.8.	Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de teor de água das sementes de abóbora.....	105
Tabela 3.9	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de germinação das sementes de abóbora.....	106
Tabela 3.10	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de germinação das sementes de abóbora.	106
Tabela 3.11	Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de germinação das sementes de abóbora	106
Tabela 3.12	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de frio das sementes de abóbora.....	107
Tabela 3.13	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de frio das sementes de abóbora.....	107



Tabela 3.14	Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de frio das sementes de abóbora.....	107
Tabela 3.15	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de emergência das sementes de abóbora....	108
Tabela 3.16	Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de emergência das sementes de abóbora.	108
Tabela 3.17	Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de emergência das sementes de abóbora.	108
Tabela 3.18	Valores médios em $g.30^{-1}$ sementes da interação de tempo x ambiente do teste peso seco das sementes de abóbora.....	109
Tabela 3.19	Valores médios $g.30^{-1}$ sementes da interação de tempo x embalagem do teste de peso seco das sementes de abóbora....	109
Tabela 3.20	Valores médios $g.30^{-1}$ sementes da interação de ambiente x embalagem do teste de peso seco das sementes de abóbora....	109
Tabela 3.21	Valores médios em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ de sementes da interação de tempo x ambiente do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.....	110
Tabela 3.22	Valores médios em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ de sementes da interação de tempo x embalagem do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.....	110
Tabela 3.23	Valores médios em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ de sementes da interação de ambiente x embalagem do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.....	110
Tabela 3.24	Valores médios adimensionais da interação de tempo x ambiente do teste de IVE das sementes de abóbora.....	111
Tabela 3.25	Valores médios adimensionais da interação de tempo x embalagem do teste de IVE das sementes de abóbora.....	111
Tabela 3.26	Valores médios adimensionais da interação de ambiente x embalagem do teste de IVE das sementes de abóbora.....	111



LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL		Página
Figura 1	Curvas típicas do comportamento força-deformação	10
Figura 2	Comportamento elástico linear (a), elástico não linear perfeito (b) e elástico não-linear com histerese.....	14
Figura 3	Comportamento não-elástico dos metais	15
Figura 4	Possíveis curvas de força-deformação. LL: limite linear; R ponto de ruptura. b) Índice de elasticidade a partir de uma curva de carga e descarga. D_e =deformação elástica ou recuperável; D_p = deformação plástica ou residual; $D_e/(D_p+D_e)$ = índice de elasticidade	16
Figura 5	Ciclos de histerese para milho amarelo mostrando a deformação de dureza e o efeito da umidade na perda da histerese	17

CAPÍTULO 1

Figura 1.1.	Implementação do experimento de abóbora 'Jacarezinho' no período de dezembro de 2010 a março de 2011 no campo experimental da UNEB com as etapas de: demarcação do espaçamento e montagem do sistema de irrigação (A), transplântio e pegamento das mudas (B), condução da planta (C), marcação das flores (D), marcação dos frutos (E), e colheita (F), Juazeiro – BA (2011).....	34
Figura 1.2.	Acompanhamento do ciclo vegetativo da abóbora 'Jacarezinho' para as condições do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA (2011)	35
Figura 1.3.	Massa dos frutos g (A), Massa seca $g.30^{-1}$ (B), teor de água % (C) e condutividade elétrica $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ (D) das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função da idade dos frutos.....	38
Figura 1.4.	Germinação e o Índice de Velocidade de Emergência das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função da idade dos frutos, sem armazenamento (A e B) e com armazenamento dos frutos durante 10 dias (C e D), 20 dias (E e F) e 30 dias (G e H) determinadas em BOD e Casa de Vegetação (CVT).....	42
Figura 1.5.	Germinação (A e C) e Índice de Velocidade de Emergência (B e D) das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função	

do armazenamento dos frutos após a colheita aos 50 (■) e 60 (▲) DAA, determinadas em BOD e em Casa de Vegetação..... 44

CAPÍTULO 2

Figura 2.1.	Ilustração da curva força-deformação do modelo $F = ax + bx^2 + cx^3$; para $b > 0$ e $c < 0$; primeira região inclui a curva da origem até o ponto 1; segunda região inclui a curva dos pontos 1 a 3; terceira região inclui o ponto 3 até o final do teste; PI = ponto de inflexão	55
Figura 2.2.	Foto do transporte (A) e do armazenamento de abóbora durante a comercialização (B) no Mercado Produtor de Juazeiro Central de Comercialização (Juazeiro-BA, 2011).....	56
Figura 2.3.	Ensaio de compressão uniaxial do fruto da abóbora 'Jacarezinho' entre duas placas paralelas com 15 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D) e 60 (E) dias após antese (DAA) na posição de repouso (Juazeiro-BA, 2011).....	58
Figura 2.4.	Raios de curvatura do fruto de abóbora na região de contato entre o produto e a placa de compressão (A), e compressão na posição de repouso (B).....	59
Figura 2.5.	Comportamento dos valores médios da força máxima de compressão, do módulo de deformidade e da deformação máxima até a ruptura em função do estágio de maturação.....	62
Figura 2.6.	Curvas força <i>versus</i> deformação para os frutos colhidos a 15, 30, 40, 50 e 60 DAA.	63
Figura 2.7.	Variação da força máxima para quatro valores de deformidade específica (2,5; 5; 7,5 e 10mm) durante os estádios de deformação.	64
Figura 2.8.	Valores de força máxima suportada pelos frutos de abóbora 'Jacarezinho' para as deformidade de 2,5 (A), 5,0 (B), 7,5 (C) e 10,0 mm (D) durante cinco estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	65
Figura 2.9.	Valores dos dados relativos ao módulo proporcional de deformidade suportada pelos frutos de abóbora 'Jacarezinho' para as deformidade de 2,5 (A), 5,0 (B), 7,5 (C) e 10,0 mm (D) durante cinco estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.....	66
Figura 2.10.	Foto da microestrutura do tecido da polpa dos frutos de abóbora com 15 (A) e 60 (B) dias após a antese (DAA).	67



CAPÍTULO 3

- Figura 3.1. Abertura do fruto da abóbora (A e B), extração das sementes (C e D), secagem e acondicionamento na embalagem de papel e plástico com teores de água adequados para serem armazenadas. Petrolina – PE, 2010..... 81
- Figura 3.2. Dendograma de relações hierárquicas entre as variáveis de teor de água (TA), peso seco de sementes (PS), índice de velocidade de emergência (IVE), teste frio (TFR), germinação (GER), emergência (EMG) e condutividade elétrica (CDT) das sementes de abóbora armazenadas durante doze meses. Petrolina – PE, 2011..... 91

UFCC - BIBLIOTECA

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Cinética das propriedades mecânicas durante a maturação dos frutos e avaliação da qualidade fisiológica das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Curcubita moschata* Duch).** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola – Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas).

RESUMO GERAL

A cultura da abóbora é de uma maneira geral um bom negócio para vários produtores que se situam no semiárido, principalmente na região do Vale do São Francisco. A abóbora ‘Jacarezinho’ é uma das hortaliças de grande importância no Nordeste do Brasil, destacando-se pelo seu valor comercial. A qualidade fisiológica das sementes é de vital importância para que se obtenha sucesso em uma lavoura e as sementes de abóbora não fogem dessa realidade. O conhecimento da maturidade dos frutos e sementes, durante o processo de maturação é de interesse dos produtores, uma vez que auxilia no controle de qualidade. Com isso, objetivou-se neste trabalho avaliar a cinética da maturação dos frutos e a qualidade das sementes da abóbora ‘Jacarezinho’ sob diferentes épocas de colheita, e relacioná-los com as transformações físicas e fisiológicas que ocorreram simultaneamente durante o amadurecimento e o armazenamento nas condições do semiárido nordestino. O trabalho foi conduzido em uma área experimental de horticultura irrigada pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Estadual da Bahia, no Laboratório de Sementes da Embrapa Semiárido em Petrolina - PE e no Laboratório de Ensaio de Materiais da Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco em Juazeiro – BA. Em uma determinada área foi cultivado sementes de abóbora da variedade ‘Jacarezinho’ para seus frutos serem colhidos em épocas determinadas no período de dezembro de 2010 a março de 2011. Após a colheita, os frutos passaram pelas análises com ensaios de compressão com posterior extração das sementes, para determinação do teor de água e a realização dos testes de germinação e vigor. As sementes atingiram a maturidade fisiológica no tempo de 50 a 60 dias após antese configurando o tempo da colheita dos frutos para produção de sementes. Para as análises da pesquisa sobre comportamento mecânico dos frutos o resultado mostra que com o aumento do tempo de maturação ocorre o aumento da rigidez dos frutos com conseqüente aumento da carga máxima para atingir maiores deformações. E o tempo mais aconselhável para colheita e transporte foi entre 30 a 40 dias após antese para comercialização dos frutos. E por fim, com o armazenamento das sementes foi verificado que os maiores valores de germinação foram obtidas acondicionadas em embalagem de plástico para os doze meses e papel para os três meses de armazenamento desta cucurbitácea.

Palavras chave: maturação dos frutos, propriedade reológica, conservação

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Kinetics of the mechanical properties during the ripening of fruits and evaluation of physiological quality of pumpkin seeds 'Jacarezinho'**. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Doctor Thesis Essay in Agricultural Engineering – Storage and Processing of Agricultural Products).

ABSTRACT GENERAL

The pumpkin crop is generally a good deal for many producers who are located in the semiarid, mainly in the region of the San Francisco. The pumpkin 'Jacarezinho' is one of the vegetables of great importance in northeastern Brazil, especially for its commercial value. It is known that the physiological seed quality is of vital importance in order to obtain success in a farming and pumpkin seeds do not escape this reality. Knowledge of the maturity of fruits and seeds during the maturation process is of interest to producers because it helps in quality control. Thus the objectives of this study: to evaluate the kinetics of fruit maturation and quality of seeds Pumpkin 'Jacarezinho' under different harvest times, and relate them to physical and physiological changes that occur simultaneously during the ripening and storage conditions of the semiarid northeast. The study was conducted in an experimental area of irrigated horticulture from the Department of Agronomy, State University of Bahia, in the Seed Laboratory of "Embrapa" semiarid in Petrolina - PE and Materials Testing Laboratory of Mechanical Engineering, Federal University of the San Francisco in Juazeiro - BA. In a given area was grown pumpkin seeds variety 'Jacarezinho' for its fruits being harvested at certain times during the period December 2010 to March 2011. After harvesting, the fruits passed through the analysis of compression tests with subsequent extraction of the seeds, to determine the moisture content and the tests of germination and vigor. Seeds reached physiological maturity at the time of 50 to 60 days after anthesis by setting the time of fruit harvest for seed production. For the analysis of research on mechanical behavior of the fruit the result shows that with increasing aging time is increased stiffness of the fruit with a consequent increase of the maximum load to achieve greater deformation. And the longer advisable to harvest and transport was between 30 to 40 days after anthesis to fruit commercialization. And finally, with the seed storage was found that the highest germination values were obtained in plastic packaging for the twelve months and paper for the three months storage of cucurbit.

Key words: ripening of fruits, rheological property, conservation

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família das cucurbitáceas é composta de cerca de 90 gêneros e 750 espécies, onde no Brasil ocorre extrema diversidade genética (FERREIRA, 2008). As principais espécies de cucurbitáceas são: abóbora, melancia, melão e pepino, que representam 20% da produção total de produtos olerícolas no mundo (ALMEIDA, 2002).

Dentre as culturas oleráceas, as cucurbitáceas ocupam um lugar de destaque, sendo seus produtos de ampla aceitação popular (FILGUEIRA, 2003).

O gênero *Cucurbita* é representado por cerca de cinco espécies cultivadas (LIRA-SAADE, 1995) destacando-se, entre elas, a abóbora (*Cucurbita moschata*). Juntamente com o jerimum (*Cucurbita maxima*), o pepino (*Cucumis sativus*), o melão (*Cucumis melo*), a melancia (*Citrulus lanatus*), e o maxixe (*Cucumis anguria*) pertencem à família das cucurbitáceas que são nativas das Américas e sua importância, relaciona-se, principalmente, ao valor alimentício e versatilidade culinária dos frutos (RAMOS et al., 2010).

Atualmente a valorização da abóbora tem sido crescente e importante para a diversificação da propriedade familiar e como alimento que contribui para nutrição e saúde da população, principalmente nordestina.

Na região Nordeste do Brasil, o cultivo das variedades locais de abóbora é o mais difundido e os frutos tem forte aceitação no mercado. O plantio da abóbora é predominantemente de sequeiro, disperso em todos os Estados da região Nordeste e com utilização de sementes selecionadas pelos próprios agricultores. Há também plantios em vazantes e, em menor escala, em áreas irrigadas como, por exemplo, nos Estados da Bahia e Pernambuco, notadamente no Vale do São Francisco (RAMOS et al., 2010).

A produção de abóbora representa no contexto da horticultura uma parte significativa do volume total comercializado de hortaliças. Dentre as sementes de hortaliças exportadas em 2005, uma das principais foi a abóbora, com cerca de 3,41 toneladas exportadas, perfazendo um valor de R\$ 686.132,52 (SNPC, 2005).

Para a cultura da abóbora a comercialização de sementes é de grande importância para agricultores que dependem desta hortaliça. No entanto, a falta de



tecnologias adequadas na pós-colheita para obtenção de sementes com qualidade deste fruto carnosos tem sido considerável no Brasil (SANTOS, 2009). Apesar disso, o panorama da indústria sementeira no país é otimista, pois diversas empresas buscam sua auto-suficiência, reduzindo as necessidades de importações (NERY et al., 2007). Deste modo, novas técnicas são necessárias para melhorar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes.

A maturidade fisiológica das sementes de hortaliças tem sido determinada por meio de diversas caracterizações, como o número de dias da antese até a maturação do fruto, estabilização da massa de matéria seca das sementes e o grau de umidade das mesmas (NASCIMENTO, 2009b).

No Brasil tem se utilizado uma grande variedade de tipos de abóboras, de morangas e de híbridos que diferem na maturação, no formato, tamanho, cor da casca, cor da polpa, firmeza, teor de amido, teor de matéria seca e capacidade de armazenamento.

Quando os frutos de abóbora são colhidos ainda verdes eles possuem um tecido dermal fotossintético tenro e permeável ao vapor de água e a outros gases. O processo de maturação pode envolver a degradação de clorofila e mudança de coloração dependente da cultivar. Com a maturação, estes frutos acumulam mais matéria seca, principalmente amido, e ficam mais firmes com a casca protetora forte, o que lhes confere boa resistência a injúrias mecânicas e a desidratação (SUTHERLAND e HALLET, 1993).

Durante a maturação no campo o teor de matéria seca no fruto aumenta até atingir um máximo e depois começa a diminuir, enquanto o teor de sacarose e teor de sólidos solúveis tende a ficar estabilizado ou mesmo durante o armazenamento (HARVEY et al., 1997). A firmeza da casca medida com penetrômetro e o número de graus dias após a antese são as melhores formas de determinar o ponto de colheita para estes frutos, no entanto, os valores destes parâmetros para a colheita das cultivares de abóbora e moranga cultivadas no Brasil ainda não foi determinado, isto é, faltam informações adequadas sobre o ponto de colheita que assegure a melhor qualidade fisiológica para sementes das diferentes cultivares de abóbora.

O conhecimento das propriedades mecânicas de produtos agrícolas é de fundamental importância para o ponto ideal de colheita tanto de fruto como de sementes visando aperfeiçoar o sistema produtivo. Considera-se válido a utilização do módulo de elasticidade para avaliar a firmeza em vegetais. Diversos fatores afetam as propriedades

mecânicas destes produtos destacando-se, entre eles, o teor de água, o tipo de força e a região do fruto, na qual este tipo de força é aplicado (MOHSENIN, 1986; RESENDE et al., 2007).

Para frutos carnosos, como nas cucurbitáceas, é aconselhável um maior tempo antes da abertura dos frutos e extração das sementes, pois essas últimas continuam a se desenvolver no interior do fruto, fazendo com que no período de armazenamento atinjam o seu ponto da maturidade fisiológica, onde a qualidade e a viabilidade das sementes são melhores (BEE e BARROS, 1999).

Apesar da importância dessa cucurbitácea para o Nordeste do Brasil não há devida atenção necessária por parte dos pesquisadores e produtores com respeito a conhecimento das técnicas do ponto de colheita e de armazenamento dos frutos e sementes, permitindo a aquisição destes produtos agrícolas com qualidade no intuito de uma maior potencialidade de conservação.

Objetivando um melhor entendimento do tema, o trabalho está apresentado em três capítulos, em forma de artigo, onde o primeiro refere-se ao estudo da maturação de sementes da abóbora 'Jacarezinho' produzidas na região do Vale do São Francisco, o segundo capítulo sobre o comportamento das propriedades mecânicas dos frutos desta variedade durante a maturação, e o terceiro foi verificar a influência da embalagem e do ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica das sementes desta hortaliça para o semiárido brasileiro.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a cinética da maturação dos frutos e a qualidade das sementes da abóbora ‘Jacarezinho’, sob diferentes épocas de colheita, e relacioná-los com as transformações físicas e fisiológicas que ocorreram simultaneamente durante o amadurecimento e o armazenamento nas condições do semiárido.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Estudar a cinética das propriedades mecânicas durante a maturação dos frutos de abóbora cv. Jacarezinho através da avaliação de compressão;
- ✓ Avaliar a qualidade fisiológica das sementes durante a maturação dos frutos de abóbora;
- ✓ Comparar a qualidade fisiológica das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ acondicionadas em dois ambientes (câmara fria e condição de ambiente natural);
- ✓ Avaliar o efeito da embalagem de papel e de plástico no armazenamento das sementes nos dois ambientes durante 360 dias.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

O consumo de produtos vegetais é cada vez maior, permitindo a previsão de um crescimento potencial elevado da demanda por hortaliças nas próximas décadas (ANDRIOLO, 2002). Esta maior demanda exige um maior tecnicismo do horticultor de forma a produzir alimentos com maior produtividade e qualidade, ofertando-os pelo maior tempo possível.

A família *Cucurbitaceae* ocupa lugar de destaque como uma das mais importantes no domínio alimentício. As espécies do gênero *Cucurbita* foram domesticadas no Novo Mundo e cultivadas há milênios pelos povos Ameríndios. Apesar da marginalização de algumas dessas espécies, elas foram um componente essencial do regime alimentar de comunidades rurais e algumas urbanas da América e de outras partes do Mundo (VIDAL, 2007).

As cucurbitáceas compõem a segunda família de maior importância econômica (NASCIMENTO, 2009a) e inserida nela, incluem-se as abóboras cujo volume comercializado na Central de Abastecimento do Estado de São Paulo (CEAGESP-SP), no ano de 2008 foi de 90.606 toneladas (HORTIFRUTICOLAS, 2010).

De acordo com LAURA (2003) da abóboreira podem ser consumidos a parte vegetativa e os frutos na forma madura ou imatura. Na forma imatura, o fruto é denominado abobrinha, sendo consumidos no Brasil, preferencialmente, frutos de *Cucurbita pepo* L. e *Cucurbita moschata*, enquanto que na forma madura, frutos de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita máxima*.

Conforme SOUZA et al. (2002) a abóbora italiana situa-se entre as 12 hortaliças de maior valor econômico de produção no Estado de São Paulo e no Brasil, sendo que a cultivar Caserta está entre as cultivares mais recomendadas e de comprovada aceitação comercial.

Na Região Nordeste do Brasil, a abóbora (*C. moschata*) é também conhecida como abóbora de leite ou jerimum de leite. A espécie *C. maxima*, que na região Sul e Sudeste do Brasil é popularmente conhecida como moranga, tem denominação de jerimum ou jerimum caboclo na região Nordeste (RAMOS et al., 2010). Destacam-se na

produção de abóbora os Estados da Bahia, Maranhão, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba.

O fruto é uma baga indeiscente, com polpa de coloração variando de amarelo á laranja escuro (PURSEGLOVE, 1974). As variedades locais de abóbora cultivadas na região Nordeste caracterizam-se por apresentar ampla variedade fenotípica com relação ao formato, cor, tamanho e peso dos frutos. Apresentam ainda, frutos com polpa mais doces e com coloração laranja intenso, quando comparada com as variedades comerciais, possuindo, em média, de 100 a 300 sementes por frutos (RAMOS et al., 2010).

Para que altos níveis de produtividade sejam alcançados, um dos parâmetros que contribuem significativamente, é a qualidade da semente. Esta qualidade depende da boa sanidade e da maturidade fisiológica. O estudo da maturação tem como objetivo principal determinar a melhor época de colheita para obter sementes de alta qualidade. De acordo com CASAROLI et al. (2006) a qualidade fisiológica das sementes é de vital importância para que se obtenha sucesso em uma lavoura e as sementes de abóbora não fogem dessa realidade.

O processo de maturação tem início com a fertilização do óvulo e se estende até o ponto de maturidade fisiológica. Durante esse processo ocorrem transformações morfológicas e fisiológicas nas sementes, como aumento de tamanho, modificações no teor de água, acúmulo de matéria seca e modificações na germinação e no vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; BARROS et al., 2002).

O conjunto de transformações ocorridos no óvulo fertilizado até atingir a máxima potencialidade de desempenhar suas funções vitais é objeto de estudo da maturação de sementes. Desse ponto em diante, a semente encontra-se praticamente desligada da planta-mãe, recebendo nada ou quase nada dos fotossintetizados produzidos e estando apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com COSTA et al. (2006) a partir do “ponto de maturidade fisiológica”, as únicas transformações evidentes passam a ser a progressiva redução do teor de água e a deterioração da semente. Dessa, forma, o estabelecimento do ponto de maturidade fisiológica da semente assume grande importância na racionalização das colheitas que objetivem a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica e

sanitária, visto que, quanto maior o tempo decorrido entre esse ponto e a colheita, mais sujeita está a semente às adversidades climáticas e ao ataque de pragas e microorganismos.

O momento da ocorrência do ponto de maturidade fisiológica das sementes varia em função das condições ambientais predominantes, da espécie, cultivar, podendo, em alguns casos, ser associado a modificações nas características dos frutos e sementes, o que facilita a sua identificação no campo.

Em outros casos, principalmente ao se tratar de frutos carnosos, o ponto de maturidade fisiológica pode ser influenciado por um período de repouso pós-colheita dos frutos, antes da extração das sementes. Nesses casos, há relatos de que sementes provenientes de frutos imaturos podem apresentar qualidade fisiológica comparável às sementes de frutos maduros, desde que aqueles sejam convenientemente armazenados (BARBEDO et al., 1994; NASCIMENTO et al., 2000).

No caso particular das plantas do gênero *Cucúrbita*, nas quais há dificuldade de identificação do estágio de maturação dos frutos, a possibilidade de realização de colheitas antecipadas seria uma alternativa interessante para o produtor de sementes. Nesse caso, os frutos deveriam passar por um período de armazenamento pós-colheita de modo a proporcionar o tempo necessário à complementação do processo de maturação de sementes. O emprego adequado do repouso pós-colheita dos frutos poderia proporcionar sensível redução do tempo de permanência dos frutos na planta-mãe e no campo, minimizando o desgaste das plantas e os riscos oferecidos pelas adversidades climáticas no campo de produção (COSTA et al., 2006).

Nesse aspecto, a solução para problemas que dificultam a obtenção de sementes de elevada qualidade fisiológica é fundamental para colocar a produção nacional em condições de competitividade com as sementes importadas. A intensidade de ocorrência e de interferência qualitativa desses componentes nos lotes de sementes de abóbora é variável em função da variedade, das condições de produção, da modalidade de colheita e do processo utilizado na extração das sementes (VIDAL, 2007; SANTOS, 2009).

O estabelecimento de uma agricultura mais competitiva e lucrativa requer o emprego de tecnologias que possam otimizar o processo de colheita. Nesse sentido, o conhecimento das propriedades mecânicas de produtos agrícolas é de fundamental importância para o ponto ideal de colheita tanto do fruto como da semente visando aperfeiçoar o sistema produtivo desta cultura.



Os principais testes reológicos para avaliação da textura em alimentos incluem a compressão, cisalhamento e relaxação (BOURNE, 2002). Assim, mudanças na textura dos frutos durante o amadurecimento podem ser monitoradas e avaliadas de forma objetiva utilizando-se estes testes. Além disso, modelos matemáticos podem descrever a variação dos parâmetros reológicos durante o processo de maturação.

A partir de um modelo reológico podem-se obter parâmetros que forneçam não somente índices práticos de textura, mas também características subjacentes aos processos de amadurecimento (KOJIMA et al., 1994). Na literatura, pesquisadores vêm estudando e propondo alguns modelos reológicos que se ajustem aos dados experimentais para vários produtos agrícolas (KROKIDA et al., 2001; WU e ABBOTT, 2002).

A cinética da evolução dos parâmetros de qualidade dos frutos durante o armazenamento e processamento vem sendo estudada por diversos autores (ÁVILA e SILVA, 1999; CHEN e RAMASWAMY, 2002), objetivando desenvolver modelos cinéticos que possam descrever mudanças na textura durante o amadurecimento sob diferentes condições de armazenamento, podendo estes modelos ser utilizados em sistemas automatizados de controle de qualidade.

Desta forma, medições utilizando equipamentos próprios vêm sendo preferidas pelos pesquisadores e nas aplicações comerciais, uma vez que além de reduzirem variações entre os indivíduos, são mais precisos, e fornecem índices para padronização de linguagem entre os pesquisadores, as indústrias e os consumidores.

Diante da importância que os frutos e as sementes representam à implantação de qualquer cultura, o estudo da maturação fisiológica das sementes de abóbora cv. Jacarezinho na região do sertão brasileiro torna-se estratégico, no sentido de orientar produtores quanto ao momento ideal de colheita, o estágio de máxima qualidade das sementes e também avaliar a qualidade das sementes quando a colheita é retardada, auxiliando no controle de qualidade.

Logo torna-se necessário o conhecimento de índices de qualidade (textura e fisiológica) que indiquem de maneira objetiva o comportamento do fruto de abóbora cv. Jacarezinho durante o processo de maturação, em virtude da escassez de informações teóricas referentes ao assunto para esta cultivar.

3.1. Propriedades mecânicas

3.1.1. Comportamento de força-deformação

Os materiais são constituídos de moléculas ligadas de várias maneiras. Comumente, a matéria pode ser encontrada na forma sólida, líquida ou gasosa, contudo a abordagem feita nesta revisão será voltada para as propriedades da matéria sólida e líquida.

Os sólidos apresentam suas moléculas confinadas a posições fixas, sendo capazes de manter sua forma permanente. As moléculas que constituem um líquido, por outro lado, podem se mover livremente de um ponto para outro, deslizando umas sobre as outras, tomando, assim, a forma do recipiente que a contém (BOURNE, 2002). Existem corpos que são perfeitamente sólidos, outros, perfeitamente líquidos e existem aqueles que apresentam comportamento intermediário entre sólido e líquido.

Desta forma, os corpos se deformam de maneira diferenciada, quando submetidos a um mesmo carregamento. O que distingue um corpo do outro é a relação entre força e deformação, denominada equação constitutiva do material (COUTO et al., 2002). A mais simples equação constitutiva é aquela em que a deformação é diretamente proporcional à força.

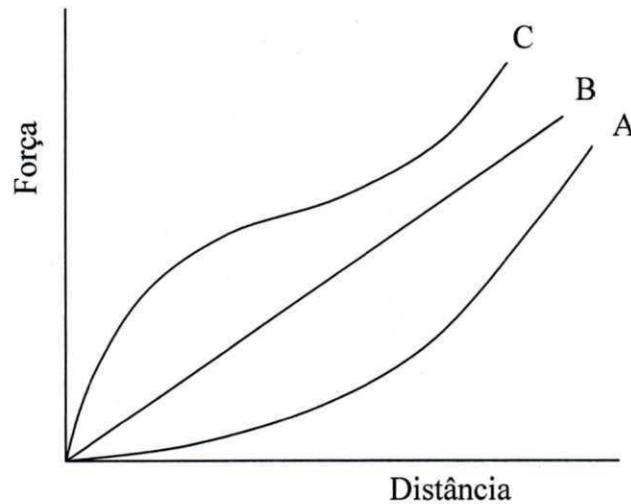
Força é alguma influência que causa uma mudança no estado de movimentação de um material ou que mantém um material em condição de deformação. Deformação é o deslocamento relativo dos pontos de um corpo, e é acompanhada, em geral, por uma variação de volume ou de forma. A primeira ocorre devido a tensões isotrópicas (iguais em todas as direções) e a variação da forma devido a tensões tangenciais. Assim, um material pode sofrer deformação por compressão e tração axiais, corte e compressão volumétrica (MOHSEIN, 1986).

As deformações, em geral, podem ser conservativas ou dissipativas em relação à energia mecânica dentro do material deformado. Exemplos clássicos destes dois tipos de comportamento são as deformações elásticas (recuperável) e as deformações viscosas (não recuperável), respectivamente. Um tipo de deformação intermediária entre os dois extremos é a viscoelástica que apresenta comportamento que combina efeitos da deformação conservativa e da dissipativa.

Segundo COUTO et al. (2002), o experimento mais simples e comum para se medir a resposta mecânica de um material é o teste de compressão (ou tração) uniaxial,

através do qual uma força, gradualmente crescente, é aplicada (por uma placa compressora) no material, enquanto os dados de força-deformação são registrados durante a compressão.

Na Figura 1, estão apresentadas as curvas de força-deformação comuns para alimentos (BOURNE, 2002). A maioria dos produtos apresenta comportamento semelhante à curva A, que é côncava em relação ao eixo y. Esta curva é típica de produtos tais como *marshmallows*, e para frutos e vegetais maduros. A curva B descreve o comportamento de produtos rígidos, tais como frutos e vegetais verdes. Estes produtos obedecem à lei de Hooke, que estabelece que a deformação de um corpo é diretamente proporcional a força aplicada nele. Hooke, em 1678, enunciou esta lei com base em experimentos de tensão com molas de metal. Qualquer corpo que obedece esta lei é considerado um sólido Hookeniano. A curva C, que tem formato de S, é típica para pães, doces, bolos, alguns queijos e outros alimentos porosos.



UFCC - BIBLIOTECA

FIGURA 1. Curvas típicas do comportamento força-deformação (BOURNE, 2002).

Observa-se, ainda na Figura 1, que a deformação de um produto que apresenta comportamento semelhante à curva B é diretamente proporcional a força aplicada; conseqüentemente, a deformação para duas forças F_1 e F_2 são diretamente proporcionais àquelas forças, assim:

$$b_1/b_2 = F_1/F_2 \quad (1)$$

em que:

b_1, b_2 : valores de distância da curva B

F_1, F_2 : valores de força da curva B

Produtos que apresentam comportamento semelhante à curva A são caracterizados pelo rápido aumento na taxa de deformação para pequenas forças aplicadas e redução na velocidade de deformação com o aumento da força, assim,

$$a_1/a_2 > F_1/F_2 \quad (2)$$

em que:

a_1, a_2 : valores de distância da curva A

F_1, F_2 : valores de força da curva A

Para produtos típicos da curva C, a deformação aumenta lentamente no início, e mais rapidamente com o aumento da força aplicada, assim,

$$c_1/c_2 < F_1/F_2 \quad (3)$$

em que:

c_1, c_2 : valores de distância da curva C

F_1, F_2 : valores de força da curva C

BARRETT et al. (2000) postularam três diferentes comportamentos para pães que exibem comportamento típico da curva C:

Parte I: Força pequena – ocorre deformação linear elástica;

Parte II: Força média – domina o comportamento plástico das paredes celulares;

Parte III: Força grande – ocorre compactação das estruturas porosas.

Como a relação entre força e distância é linear para produtos típicos da curva B, o valor da força aplicada não interfere na relação de deformação entre duas amostras. Para produtos típicos da curva A maiores comparações entre amostras que apresentam qualidades semelhantes são obtidas com pequenas forças de deformação. Na Tabela 1, é apresentada a relação de deformação entre maçãs moles e maçãs firmes. Nota-se que para a força de 2 kg a relação de deformação entre os tipos de maçãs foi de 3,2, e para forças acima de 14 kg, as relações foram idênticas, não diferenciando maçãs moles de maçãs firmes (BOURNE, 2002).

Para alimentos que apresentam comportamento semelhante ao da curva A, é desejável o uso de pequenas forças de deformação para melhor comparação de amostras com qualidades semelhantes. Na separação de produtos mais firmes de produtos mais macios, o grau de precisão nas medições de distância deve ser maior para os alimentos firmes, porque a mudança nas dimensões do produto firme é menor (BOURNE, 2002).

TABELA 1. Relação de deformação entre maçãs moles e firmes (BOURNE, 2002).

Faixa de força (kg)	Deformação da maçã mole (mm)	Deformação da maçã firme (mm)	Relação
			$\frac{\text{deformação da maçã mole}}{\text{deformação da maçã firme}}$
0 - 2	2,7	0,85	3,2
2 - 4	1,0	0,4	2,5
4 - 6	0,7	0,3	2,3
6 - 8	0,55	0,3	1,8
8 - 10	0,45	0,3	1,5
10 - 12	0,4	0,3	1,3
12 - 14	0,4	0,3	1,3
14 - 16	0,3	0,3	1,0
16 - 18	0,3	0,3	1,0
18 - 20	0,3	0,3	1,0

A partir de uma curva força-deformação pode-se obter parâmetros que caracterizam a resposta do material quando submetido a uma carga, tal como o módulo de elasticidade.

Em termos de comportamento mecânico de produtos agrícolas, muitos pesquisadores têm empregado os procedimentos e testes usados para materiais não biológicos, na tentativa de obterem dados mais significativos (MOHSENIN, 1986). No entanto, a utilização de espécimes, retirados do material biológico para a determinação do módulo de elasticidade, é bastante questionada. Quaisquer modificações de um material intacto, na tentativa de se obter um espécime com forma padrão, podem proporcionar resultados que se desviam do comportamento mecânico real do material biológico.

No caso de corpos convexos (grãos, frutos e vegetais intactos) a determinação do módulo de elasticidade por meio das curvas de “força-deformação”, obtidas de testes de compressão entre placas paralelas, torna-se mais complexa. O contorno convexo do produto faz com que as áreas de contato entre o material e as placas, variem de acordo com a deformação do produto. MOHSENIN (1986) expõe uma solução para a determinação das tensões de contato em dois corpos convexos, elásticos e isotrópicos, quando pressionado um contra o outro, denominada teoria de Hertz, que envolve as seguintes considerações: a) o material dos corpos em contato é homogêneo; b) as forças aplicadas são estáticas; c) o material possui comportamento elástico; as tensões de contato se anulam na extremidade oposta do corpo (corpo semi-infinito); o raio de

curvatura do corpo é muito grande quando comparado com o raio da superfície de contato e d) as superfícies dos corpos em contato são lisas o suficiente para que as forças tangenciais possam ser desprezadas.

No caso de um corpo convexo comprimido entre duas placas paralelas, os dados de “força-deformação”, provenientes dos testes de compressão do material, podem ser usados com o método de Hertz, para determinar um módulo de elasticidade aparente (E) por meio da equação (ASAE, 1995):

$$E = \frac{0,531F(1-\mu^2)}{D^{3/2}} \left[\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_1} \right)^{1/3} + \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{R_2} \right)^{1/3} \right]^{3/2} \quad (4)$$

em que:

E : módulo de elasticidade aparente, $N\ m^{-2}$

F : força, N ;

D : deformação elástica do corpo em ambos os pontos de contato (com as placas superior e inferior), m ;

μ : razão de Poisson;

r_1, r_2 : raios de curvatura do corpo com base na largura, m .

R_1, R_2 : raios de curvatura do corpo com base na altura, m .

Para determinação do módulo de elasticidade pela equação 4 é necessária a separação da deformação total do produto em suas partes elástica e plástica, o que requer a obtenção da curva de “força versus deformação” durante o carregamento e descarregamento do produto.

Um módulo de deformidade do produto pode ser obtido também pela equação 4, só que, neste caso, D representa a deformação total (soma da elástica e plástica) e requer, apenas, a curva de “força-deformação” durante o carregamento do produto. Em termos de comportamento mecânico de um material, o módulo de deformidade é tido como mais significativo que o de elasticidade, pois quando um produto é comprimido, a deformação total é que tem aplicação prática (COUTO et al., 2002).

3.1.2. Comportamento elástico-plástico

Um material é considerado perfeitamente elástico, quando a deformação que ocorre devido à aplicação de uma força não é permanente e a sua forma original é recuperada totalmente após a remoção da força (MOHSEININ, 1986).

Se a variação da força em relação à deformação, ou a tensão em relação à deformação relativa é linear, o material é considerado linearmente elástico (Figura 2a). De acordo com a lei de Hooke, a relação entre tensão e deformação relativa é uma característica constante do material denominada módulo de elasticidade ou módulo de Young (E). Assim para um corpo com comportamento linearmente elástico temos que:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (5)$$

em que:

E : módulo, Pa

σ : tensão uniaxial, Pa

ε : deformação relativa

O corpo que obedece esta lei é conhecido como sólido de Hooke.

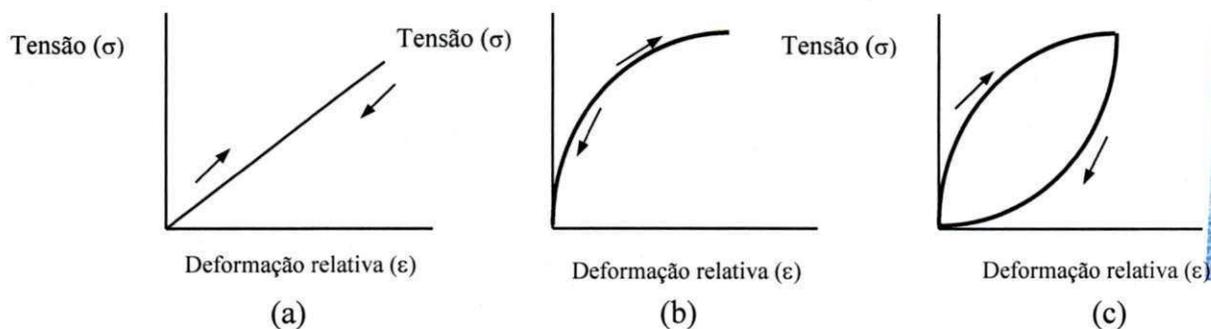


FIGURA 2. Comportamento elástico linear (a), elástico não linear perfeito (b) e elástico não-linear com histerese (BOURNE, 2002).

Embora este comportamento ocorra para pequenas deformações em certos sólidos, tem sido demonstrado que, na realidade, um corpo perfeitamente elástico linear não existe (MOHSEININ, 1986). Assim, o corpo ideal de Hooke é utilizado como padrão de comparação nas análises do comportamento de materiais reais.

Se a relação entre tensão e deformação relativa é não-linear, o material apresenta comportamento elástico não-linear (Figura 2b e 2c). Este comportamento pode ser representado por uma curva côncava ou convexa. Quando a curva de tensão crescente

coincide com a tensão decrescente (Figura 2b), é dito que a elasticidade é perfeita, mas quando não coincide é dito que houve histerese (Figura 2c).

Os materiais biológicos não apresentam elasticidade perfeitamente linear. Nas curvas de tensão versus deformação verifica-se uma deformação residual ao ser retirada a carga. A maior parte da deformação residual ocorre devido à presença de poros, de células fracas rompidas na superfície, rachaduras microscópicas nos materiais frágeis e outras descontinuidades que podem existir na estrutura do material (BOURNE, 2002).

Nos metais, estes defeitos geram deslizamento e deslocamento de uma parte do corpo sobre a outra, causando uma deformação plástica ou permanente. Assim, quando ocorre deformação permanente, o material apresenta comportamento não-elástico (Figura 3).

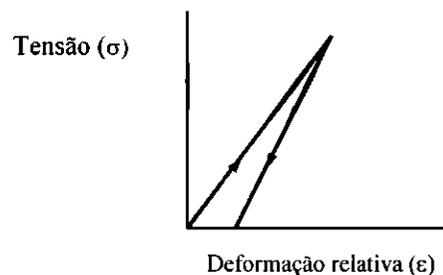


FIGURA 3. Comportamento não-elástico dos metais (BOURNE, 2002).

Plasticidade é a capacidade de um material sofrer deformação plástica ou permanente (MOHSENIN, 1986). As deformações que ocorrem a partir do ponto de contato até o ponto de ruptura não são totalmente recuperáveis, ocorrendo deformação plástica somente a partir de um determinado valor de tensão, denominada tensão de escoamento (Figura 4). Em geral, os materiais apresentam um comportamento elástico e depois o plástico. Tanto diante de tensões de compressão (tração) ou de cisalhamento, a deformação plástica é o indicativo de que os esforços foram suficientes para deslocar as moléculas de tal forma que não conseguem retornar às suas posições iniciais, portanto irreversível (FERREIRA, 1996).

Observam-se, na Figura 4, os pontos referentes ao limite linear (LL), ponto de bioescoamento (y), e ao ponto de relaxação (R). O ponto de ruptura corresponde ao ponto da curva força-deformação ou tensão-deformação relativa onde ocorre aumento da deformação sem aumentar a força ou tensão. Em alguns produtos agrícolas, é usual utilizar o termo ponto de ruptura sendo que a presença deste ponto é uma indicação do

início de ruptura das estruturas celulares do material. O ponto de ruptura deve ocorrer para algum ponto depois do limite linear (LL), onde a curva muda de direção.

O ponto de ruptura corresponde ao ponto na curva força-deformação ou tensão-deformação relativa em que a tensão axial rompe o material. Em produtos agrícolas é a indicação de rompimento das macroestruturas, enquanto o ponto de ruptura indica rompimento das microestruturas. O ponto de ruptura deve ocorrer em algum ponto da curva após o ponto de contato crescente.

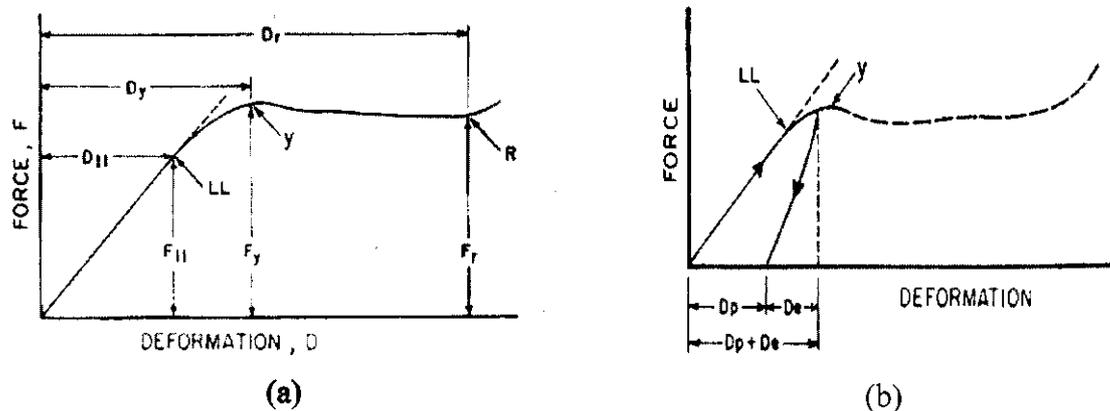


FIGURA 4. Possíveis curvas de força-deformação. LL: limite linear; y: ponto de bioescoamento; R ponto de ruptura. b) Índice de elasticidade a partir de uma curva de carga e descarga. D_e - deformação elástica ou recuperável; D_p - deformação plástica ou residual; $D_e / (D_p + D_e)$ - índice de elasticidade (MOHSENIN, 1986)

Para a determinação do grau de elasticidade em produtos agrícolas, tem sido obtida a curva de força-deformação no carregamento e no descarregamento.

Se no processo de carga e descarga, há um ciclo completo resultando em um "loop" fechado, como no caso da borracha, o comportamento é chamado de histerese elástica (Figura 2c). Porém, se há alguma deformação residual, o comportamento é chamado de elástico-plástico (Figura 3), existindo perda de energia no processo de carga e descarga. Esta energia, referida como histerese, é obtida pela diferença entre o trabalho realizado na carga e aquele realizado na descarga. A quantidade relativa de perda da histerese é uma medida de elasticidade. Esta perda de energia é convertida, principalmente, em calor, assim, a perda de histerese deve ser determinada em função da temperatura que aumenta no material (MOHSENIN, 1986).

O índice de elasticidade é a relação entre a deformação elástica e a soma das deformações plástica e elástica quando um material é submetido à carga e logo depois à descarga (Figura 4b).

No caso do milho, a perda de histerese aumenta com a umidade (MOHSENIN, 1986). Isto ocorre porque a adição de água aumenta a plasticidade do grão (Figura 5).

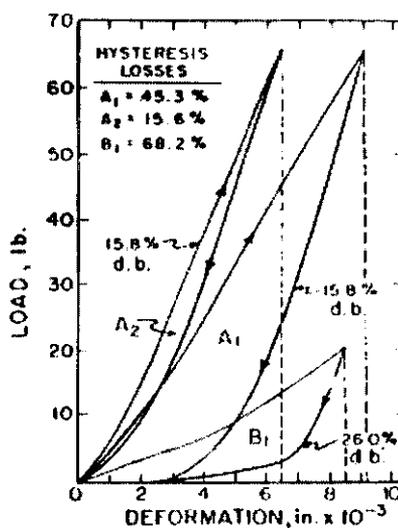


FIGURA 5. Ciclos de histerese para milho amarelo mostrando a deformação de dureza e o efeito da umidade na perda da histerese (MOHSENIN, 1986).

3.2. Maturação fisiológica e qualidade de sementes

O estudo da maturação em sementes é uma importante forma de conhecer o comportamento das espécies referente ao seu desenvolvimento reprodutivo, possibilitando, assim, prever o estabelecimento e a época adequada de colheita dos frutos, o que pode variar em função da espécie, cultivar, condições ambientais, e época de colheita, tornando-se um aspecto importante na produção de sementes, por apresentarem reflexos diretos em sua qualidade (FIGLIOLIA e PINA-ROGRIGUES, 1995). Outro fato que torna mais difícil estabelecer este momento é o crescimento indeterminado das espécies, com conseqüente desuniformidade na antese das flores, formando sementes com diferentes graus de maturação em um mesmo indivíduo (MARCOS FILHO, 2005).

A maturação da semente resulta de um conjunto de transformações que ocorrem desde o momento em que o óvulo é fertilizado até o momento em que a semente atinge o ponto de máxima potencialidade para desempenhar suas funções vitais. Desse ponto em diante, a semente encontra-se praticamente desligada da planta-mãe, estando apta a desempenhar as funções fisiológicas que lhe são inerentes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

De acordo com BEWLEY e BLACK (1994), em geral, o desenvolvimento das sementes pode ser dividido em três fases, a primeira fase iniciada logo após a fertilização do óvulo, onde são intensas as divisões celulares; a segunda fase é caracterizada pelo aumento no acúmulo de massa seca no endosperma e/ou embrião; a terceira fase compreende o período do processo de secagem ou dessecação, o qual resulta na redução do teor de água da semente.

A semente recebe os produtos da fotossíntese, o que resulta em aumento no conteúdo de massa seca, representada por proteínas, açúcares, lipídios e outras substâncias, até atingir valor máximo, quando cessa a translocação planta-semente (DIAS, 2001). Durante esta fase, o teor de água das sementes mantém-se alto, decrescendo lentamente à medida que a água vai sendo substituída pelas reservas sintetizadas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

A água assume um importante papel na formação e na maturação das sementes, seu teor decresce durante todo o processo, embora permaneça elevado para realizar a transferência de massa seca da planta para as sementes. Enquanto estas se encontram em processo de acúmulo de reservas, a desidratação é lenta, mas torna-se acelerada a partir do momento em que atingem a máxima massa seca, podendo o nível de desidratação definir o comportamento das sementes no que se refere à germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Como o desenvolvimento da semente é normalmente acompanhado pelo desenvolvimento do fruto, diversos marcadores tem sido empregados para a determinação da maturidade fisiológica das sementes, dentre eles a mudança de coloração dos frutos, o tamanho dos frutos, o peso das sementes e o teor de água. Esses parâmetros, geralmente denominados índices, são determinados através do seguinte procedimento: etiquetagem das flores na antese e colheita periódica dos frutos para extração das sementes, acompanhando-se as modificações morfológicas e fisiológicas que ocorrem durante todo o processo, através da determinação da variação do tamanho dos frutos, da massa seca das sementes e do teor de água das sementes, além da avaliação da capacidade germinativa e vigor das sementes coletadas. Todavia, esses parâmetros podem variar de ambiente para ambiente (NASCIMENTO et al., 2000).

No particular das plantas do gênero *Cucurbita*, a maior dificuldade reside na identificação do momento em que ocorre a maturação fisiológica das sementes, já que nem sempre é necessário esperar-se a completa maturação “visual” do fruto. Em pepino, por exemplo, conforme trabalho realizado por BARBEDO et al. (1997), com a cultivar

Pérola, a melhor qualidade das sementes foi obtida de frutos colhidos entre 40 e 45 dias após a antese, sem repouso pós-colheita, os quais já se encontravam em completa maturidade, ou seja, no ponto de maturação fisiológica. Entretanto, em trabalho realizado por ALVARENGA et al. (1991), a maturação fisiológica das sementes de abóbora italiana ocorreu quando os frutos se encontravam com idade entre 65 e 75 dias.

Em tomate, trabalho realizado por DEMIR e ELLIS (1992), forneceram resultados concordantes no sentido de que o ponto de máxima massa seca pode ser considerado como ponto de maturidade fisiológica da semente. Essa estabilização no acúmulo de massa indica que a semente atingiu seu potencial máximo de reserva, ou seja, o ponto de equilíbrio entre substâncias armazenadas e substâncias consumidas pela respiração.

No entanto, COSTA et al. (2006) concordam que nem sempre o ponto de máxima massa seca é coincidente com o de maturidade da semente, ou seja, o ponto de germinação e vigor máximo, este podendo ocorrer um pouco antes ou logo após de a semente atingir a maturidade de massa, sendo, portanto, preferível utilizar o termo maturidade fisiológica da semente.

A surpermaturação (ou maturação excessiva) também pode ser prejudicial à qualidade da semente. Em sementes que secam naturalmente durante a colheita, a maturação excessiva não tem significado de desenvolvimento, e se a semente não for colhida de imediato, o envelhecimento e a deterioração podem ocorrer enquanto ela ainda estiver na planta. Isso acontece quando a temperatura e a umidade são elevadas (CASTRO e HILHORST, 2000). Para as sementes que amadurecem dentro de um fruto carnoso, como as de abóbora e melão, a maturação excessiva é geralmente prejudicial à qualidade da semente. O atraso na colheita de frutos de melão (a ponto de começarem a se deteriorar no campo) causa perda de viabilidade das sementes (WELBAUM, 1999; FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

Segundo COSTA et al. (2006), em abóbora híbrida, há possibilidade de as sementes, depois de terem atingido a máxima massa seca, ainda necessitam de período adicional para estruturação e diferenciação de seus tecidos, para então poderem expressar seu máximo potencial de germinação. Conforme OLIVEIRA (1999), em pimentão, o máximo acúmulo de massa seca foi alcançado antes de as sementes atingirem a fase de qualidade máxima. De acordo com DIAS et al. (2006), em sementes de tomate, o acúmulo máximo de massa seca ocorre, em geral, depois da fase de qualidade máxima.

A qualidade de sementes é o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. É considerada como a capacidade da semente desempenhar funções vitais, caracterizada pela sua germinação, vigor e longevidade, além de envolver outros atributos entre os quais se destacam pureza genética do cultivar e pureza física (MENON et al., 1993)

A qualidade fisiológica tem sido um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos, em decorrência das sementes estarem sujeitas a uma série de mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após sua maturação e que estão associadas à redução do vigor (WANDERLEY JÚNIOR, 2010).

Diversos fatores influenciam na preservação da qualidade das sementes, entre os quais as condições de produção, beneficiamento e armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Além dos efeitos do ambiente e da embalagem, devem ser considerados, ainda, os aspectos fitossanitários, por serem as sementes, via de disseminação de fungos, causadoras de doenças no campo. Esses organismos e os de armazenamento aceleram o processo de deterioração.

A qualidade fisiológica das sementes, representada pela germinação e vigor, pode afetar o desempenho na regeneração das plantas. Sementes de alto vigor apresentam maior velocidade nos processos metabólicos, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação, maiores taxas de crescimento e produzindo plântulas com maior tamanho inicial (SCHUCH et al., 2000).

A temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que afetam a qualidade fisiológica da semente, em particular o vigor durante o armazenamento. Em relação à qualidade das sementes produzidas, tem-se que esta é máxima por ocasião da maturidade fisiológica, a partir deste momento, processos degenerativos começam a ocorrer. Essas alterações, de natureza física, fisiológica ou bioquímica, caracterizam a deterioração com reflexos no desempenho das sementes no campo ou no armazenamento (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).



3.3. Armazenamento de sementes

O armazenamento de sementes nas regiões tropicais é uma das maiores limitações à manutenção da sua qualidade fisiológica. Vários são os fatores que influenciam a viabilidade e o vigor das sementes durante o armazenamento: qualidade fisiológica inicial da semente, vigor da planta matriz, condições climáticas durante a maturação, danos mecânicos, condições de secagem, adequado grau de umidade, umidade relativa do ar, temperatura de armazenamento, ação dos fungos e insetos, tipos de embalagens e condições e duração de armazenamento (POPINIGIS, 1985; CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Para MEDEIROS e EIRA (2006) armazenamento significa guardar sementes obtidas numa determinada ocasião, procurando manter a sua máxima qualidade fisiológica, física e sanitária para uso futuro. Segundo FLORES et al. (2011) o armazenamento é importante garantir a demanda por sementes de espécies que possuem produção irregular, sendo abundantes em alguns anos e escassas em outros.

Porém, mesmo sob as melhores condições, apenas a qualidade da semente pode ser mantida. A velocidade das transformações degenerativas depende das condições às quais a semente é submetida no campo, durante a colheita e no armazenamento, sendo o principal objetivo do armazenamento de um lote de sementes a preservação da sua germinação e vigor (FOWLER e MARTINS, 2001).

A conservação de sementes é necessária porque nem sempre elas são utilizadas logo após a colheita. Além disso, é desejável que, através de técnicas adequadas de armazenamento, sejam mantidos estoques reguladores de sementes para suprir, em anos adversos, safras deficientes de sementes. Entretanto, a literatura revela pouca informação sobre a qualidade da semente de abóbora armazenada. Consequentemente, conhecer o comportamento das sementes em diferentes condições de armazenamento é extremamente importante para um manejo racional das mesmas.

Segundo TORRES (2005), estudando os efeitos das embalagens e ambientes de armazenamento de sementes de melancia, constatou que o ambiente de câmara fria para as condições de 10°C e 45%UR foi eficiente durante doze meses, sem perda da qualidade fisiológica para as sementes desta cucurbitácea.

Para a correta condução da operação de armazenagem, independentemente dos fatores hereditários inerentes à própria espécie, a longevidade das sementes está sujeita

á ação de vários fatores externos, como a temperatura e a umidade relativa do ar e as condições desejáveis de conservação do produto que são os que mais afetam a qualidade fisiológica da semente (SILVA e DAVILLA, 2008).

Fator importante no armazenamento das sementes é a embalagem, que serve para manter separados os diferentes lotes de sementes, proteger as sementes contra insetos e animais, facilitar o manejo e aproveitar melhor o espaço no armazenamento. A embalagem que deverá ser utilizada vai depender da natureza da semente, do método de armazenamento e do tempo em que a semente ficará armazenada (MEDEIROS e EIRA, 2006).

ALMEIDA et al. (1999), investigando a influência da embalagem e do local de armazenamento de sementes de gergelim, obtiveram resultados em que afirmaram a resposta diferencial à viabilidade está associada ao tipo de embalagem, que determina a longevidade da semente durante o período de armazenamento.

Conforme SILVA et al. (2010), abordando parâmetros de embalagens no armazenamento de sementes na agricultura familiar para as culturas de arroz, milho e feijão concluíram que é viável a utilização de embalagem impermeável para conservação das sementes destas culturas durante oito meses.

Ao analisar a qualidade fisiológica do amendoim durante o armazenamento BRUNO et al. (2000), verificaram que a germinação e o vigor das sementes armazenadas em ambiente não controlado, decresceram de forma continuada, ao longo do armazenamento, onde as maiores perdas de germinação e vigor foram verificadas nas sementes conservadas fora do fruto, sendo tratadas ou não com fungicida.

Os efeitos do desenvolvimento na qualidade da semente podem ser observados em sementes de melão, quando perto da colheita, estas sementes consideradas jovens (menos de 45 dias após a antese) germinam pouco em função da dormência, que é rapidamente perdida durante o armazenamento pós-colheita. Quando estas são submetidas a condições controladas de deterioração (alta temperatura e umidade por um período curto), somente as sementes colhidas aos 50 dias ou mais após a antese mantêm a viabilidade elevada (FERREIRA e BORGHETTI, 2004). Esse exemplo ilustra, ao mesmo tempo, o efeito benéfico de curto prazo do armazenamento seco sobre sementes relativamente imaturas e a longevidade reduzida de tais sementes.

Em climas tropicais não é recomendado a armazenagem de sementes com teor de água acima de 12 a 13%, pois valores maiores que o referenciado, podem causar problemas de conservação independente da embalagem (ALMEIDA et al., 2006).

3.4. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, D.P.F. Cucurbitáceas Hortícolas. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2002. Disponível em <http://dalmeida.com> acesso em 20 de dezembro de 2011.

ALMEIDA, F.de A.C.; DUARTE, M.E.M.; CAVALCANTI-MATA, M.E.R.M. **Teor de água na semente e sua relação com a tecnologia do armazenamento.** In: ALMEIDA, F.A.C.; DUARTE, M.E.M.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. (Org.). Tecnologia de armazenagem em sementes. 1 ed. Campina Grande – PB: UFCG, 2006, 147-188.

ALMEIDA, F.A.C.; FONSECA, K.S.;GOUVEIA, J.P. Influência da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.3, n.2, p.195-201, 1999.

ALVARENGA, E.M.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; LEIRO, L.S. Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.147-150, 1991.

ANDRIOLO, J.L. **Olericultura geral: Princípios e técnicas.** Santa Maria: Ed. UFSM, 2002, 158p.

ASAE. AGRICULTURAL ENGINEERS YEARBOOK OF STANDARDS (AEYS). **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI, 1995.

ÁVILA, I.M.L.B.; SILVA, C.L.M. Modelling kinetics of thermal degradation of colour in peach puree. **Journal of Food Engineering**, v.39, p.161-166, 1999.

BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W. Qualidade fisiológica de sementes de pepino cv. Pérola, em função da idade e do tempo de repouso pós-colheita dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.9, p.14-18, 1997.

BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos de pepino cv. Rubin a qualidade fisiológica de sementes. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.2, p.118-124. 1994.

BARROS, D.I.; DIAS, D.C.F.S.; DIAS, L.A.; ARAÚJO, E.F. Avaliação do vigor de sementes de abobrinha (Cucúrbita pepo) pelo teste de tetrazólio. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.2, p.1-5, 2002.

BEE, R.A., BARROS, A.C.S.A., **Sementes de abóbora armazenadas em condições de vácuo.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.21, n.2, p.120-126, 1999.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2 ed., New York: Plenum Press, 1994. 420p.

- BOURNE, M. **Food texture and Viscosity: concept and measurement**. New York: Academic Press. 2002, 427p
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal, 2009. 365p.
- BRUNO, R.L. de A.; AZEREDO, G.A.; QUEIROGA, V. de P.; ARAÚJO, E.; DINIZ, E. Qualidade fisiológica e micoflora de sementes de amendoim cv. Br-1 durante o armazenamento. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.4, n.3, p.141-152, 2000.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; BAHRY, C.A. O teste de frio sem solo em sementes de abóbora. **Revista Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1923-1926, 2006.
- CASTRO, R.D.; HILHORST, H.W.M. Dormancy, germination and the cell cycle in developing and imbibing tomato seeds. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, p.105-136, 2000.
- CHEN, C.R.; RAMASWAMY, H.S. Color and texture change kinetics in ripening bananas. **Lebensm - Technology**, v.35, p.415-419, 2002.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2005, 785p.
- COSTA, C.J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.
- COUTO, S.M.; BATISTA, C.S.; DEVILLA, I.A.; PAIM, V.T. Características de frutos de café sob compressão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.117-122, 2002.
- DIAS, D.C.F.S. **Maturação fisiológica de sementes: O processo**. Seed News, v.5, n.6, p.22-24, 2001.
- DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, v.53, n.308, p.446-456, 2006.
- DEMIR, I.; ELLIS, R.H. Changes in seed quality during seed development and maturation in tomato. **Seed Science Research**, Wallingford, v.2, n.2, p.81-87, 1992.
- ERRINGTON, N.; MITCHELL, J.R.; TUCKER, G.A. Changes in the force relaxation and compression responses of tomatoes during ripening: the effect of continual testing and polygalacturonase activity. **Postharvest Biology and Technology**, v.11, p.141-147, 1997.

FERREIRA, M.A.J.F. **Abóbora e morangas**. In: Origem e evolução de plantas cultivadas. Barbieri, R.L.; STUMPF, E.R.T. Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, p.61-88, 2008.

FERREIRA, T. de A. **Tecnologia de materiais**. Lavras: FAEPE. 1996, 258p.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F.B.; **Germinação: Do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004, 316p.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2ª edição. Viçosa – MG: UFV, 2003. 412p.

FIGLIOLIA, M.B.; PINA-RODRIGUES, F.C.M. Análise de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PINA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Informativo ABRATES, v.12, n.1, p.137-174, 1995.

FLORES, A.V.; ATAÍDE, G.M.; BORGES, E.E.L.; SILVEIRA, B.D.; PEREIRA, M.D. **Tecnologia e comercialização de sementes florestais: Aspectos gerais**. Informativo ABRATES, v.21, n.3, p.22-27, 2011.

FOWLER, J.A.P.; MARTINS, E.G. **Manejo de sementes de espécie florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, (Série Documentos, 58) 76p. 2001.

HAVEY, J.L.; ARVAYO, O.; GARZA, O.S.; YAHIA, E.M. Postharvest response of winter squash to hot-water treatment, temperature, and length of storage. **HortTechnology**, v.4, n.3, p.253-255, 1997.

HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoids distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science** 27: 42-49. 1962.

HORTIFRUTICOLAS: **Olerícolas, preços**. In: AGRIANUAL 2010. São Paulo: AgraFNP, 2010. 353p.

KOJIMA, K.; SAKURAI, N.; KURASHI, S. Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. **Physiologia Plantarum**, v.90, p.772-778, 1994.

KROKIDA, M.K.; OREOPOULOU, V.; MAROULIS, Z.B.; MARINOS-KOURIS, D. Viscoelastic behaviour of potato strips during deep fat frying. **Journal of Food Engineering**, v.48, p.213-218, 2001.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, DC: OEA – Prog. Reg. Desenvolvimento Científico Tecnológico, 1983. 174p. (Biologia, Monografia, 24).

LAURA, V.A. **Conservação de flores de aboboreira “piramoita” para cruzamentos e produção de sementes**. 2003, 63p. Tese (Doutorado), Faculdade de Ciências Agrômicas da UNESP, Botucatu – SP. 2003.



LIRA-SAADE, R.L. **Estudios taxonomicos y ecogeograficos de las cucurbitaceae latinoamericanas de importancia económica.** Rome: IPGRI, 1995. 281p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba. FEALQ, 2005, 405p.

MEDEIROS, A.C.S.; EIRA, M.T.S. Comportamento fisiológico, secagem e armazenamento de sementes florestais nativas. **Comunicado Técnico**, Colombo: Embrapa Florestas, n.127, 13p. 2006.

MENON, J.C.; BARROS, A.C.S.A.; MELLO, V.D.C.; ZONTA, E.P. Avaliação da qualidade física e fisiológica da semente de soja produzida no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Sementes**, v.15, n.2, p.203-208, 1993.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials.** New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

NASCIMENTO, M. **Para onde vai o mercado de hortaliças.** In: AGRIANUAL, São Paulo: AgraFNP, 2009a. p. 329-330.

NASCIMENTO, W.M. **Tecnologia de sementes de hortaliças.** Brasília – DF. Embrapa Hortaliças, 2009b. 432p.

NASCIMENTO, W.M.; LIMA, L.B.; ALVARES, M.C. Maturação de sementes híbridas de berinjela. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.1040-1041, 2000.

NERY, M.C.; NERY, F.C.; GOMES, L.A.A. O mercado e a participação de sementes de hortaliças no Brasil. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007/sementes>. Acesso em 18 mai 2011.

OLIVEIRA, A.P. Maturação fisiológica de sementes de pimentão em função da idade de frutos após a antese. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.2, p.88-94, 1999.

PURSEGLOVE, J.W. **Tropical crops. Dicotyledons.** 3 ed. England: Longman Group Ltd. P. 119-120, 1974.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente.** 2 ed. Brasília – DF: AGIPLAN, 1985. 289p

RAMOS, S.R.R.; LIMA, N.R.S.; ANJOS, J.L.; CARVALHO, H.W.L. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. Série Documentos, 36p.

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não linear. **Revista Ceres**, v.50, n.287, p. 9-26, 2003.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; RIBEIRO, D.M.; FIGUEIREDO NETO, A. Comportamento mecânico dos grãos de feijão submetidos a compressão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p.404-409, 2007.

SANTOS, V.J. **Qualidade fisiológica de sementes de cenoura e abóbora classificadas por tamanho**. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. 2009, 62p. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

SILVA, F.S.; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

SILVA, C.C.; DEVILLA, I.A. **Higroscopia das folhas de louro (*Lauro nobilis* L.)** 2008. Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/eventos/arquivos/agrarias/higroscopia>. Acessado em 12 de dezembro de 2011.

SCHUCH, L.O.B.; NEDEL, J.L.; ASSIS, F.N. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agrícola**, v.57, n.2, p.305-312, 2000.

SNPC – Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. **Importações e exportações de sementes de hortaliças**, 2005. Disponível em www.desenvolvimento.gov.br acesso em 10 de maio de 2011.

SOUZA, M.F.; LUCIO, A.D.; STORCK, L.; CARPES, R.H. Tamanho da amostra para peso da massa de frutos na cultura da abóbora italiana em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.8, n.2, p.123-128, 2002.

SUTHERLAND, P.W.; HALLETI, I.C. Anatomy of fruit of buttercup squash (*Cucurbita maxima* D.) surface, cuticle, and epidermis. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v.21, n.1, p.67-72, 1993.

TORRES, S.B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ciência Agrônômica**, v.36, n.2, p.163-168, 2005.

VIDAL, M.D. **Potencial fisiológico e tamanho de sementes de abóbora**. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2007.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal, FUNEP, 1994, 164p.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.

WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. **Sementes de amendoim armazenadas sob condições controladas: propriedades físicas, higroscopicidade e qualidade fisiológica**. Dissertação (Mestrado Engenharia Agrícola), UFCCG, Campina Grande, 199p., 2010.

WELBAUM, G.E. Cucurbit seed development and production. **HorTechnology**, v.9, p.341-348, 1999.

WU, T.; ABBOTT, J.A. Firmness and force relaxation characteristics of tomatoes stored intact or as slices. **Postharvest Biology and Technology**, v.24, p.59-68, 2002.

CAPÍTULO 1

**MATURAÇÃO DE SEMENTES DE ABÓBORA
'JACAREZINHO' (*Curcubita moschata* Duch) PRODUZIDAS
NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

UFMG - BIBLIOTECA

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Maturação de sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Curcubita moschata* Duch) produzidas no Vale do São Francisco.** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola – Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas).

RESUMO

Objetivou-se com esse trabalho avaliar as modificações físicas e fisiológicas das sementes de abóbora cultivar Jacarezinho nas condições do Vale do São Francisco durante o processo de maturação, na obtenção de sementes de alta qualidade e minimização de sua deterioração no campo. O cultivo desta cucurbitácea foi realizado no campus experimental de hortaliças da Universidade Estadual da Bahia (UNEB), Juazeiro, no período de dezembro 2010 a março de 2011. As sementes foram colhidas de frutos da cultivar Jacarezinho, em intervalos regulares, do 15º até 60º dia após a antese (DAA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (15, 25, 30, 40, 50 e 60 DAA) e quatro repetições. Para cada época, os frutos foram avaliados visualmente e determinado o peso médio, e as sementes extraídas dos frutos foram avaliadas pelos seguintes testes e/ou determinações: teor de água, massa da matéria seca das sementes, germinação, condutividade elétrica, emergência em campo de plântulas e índice de velocidade de emergência. As sementes atingiram a maturidade fisiológica no tempo de 50 a 60 DAA, configurando o tempo para se efetuar a colheita dos frutos dessa cucurbitácea na região semiárida do Vale do São Francisco.

Palavras-chave: qualidade fisiológica, germinação, colheita

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Maturation of pumpkin seeds 'Jacarezinho' produced in the San Francisco Valley.** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Doctor Thesis Essay in Agricultural Engineering – Storage and Processing of Agricultural Products).

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physical and physiological changes of pumpkin seeds to grow 'Jacarezinho' conditions of the San Francisco Valley during the maturation process, which are important aspects in regard to obtaining high quality seeds and minimize deterioration in the field. The cultivation was carried out in this cucurbit vegetables experimental campus State University of Bahia (UNEB), Juazeiro city, in the period from December 2010 to March 2011. Seeds were harvested fruit cultivar 'Jacarezinho' at regular intervals, from 15 to 60 days after anthesis (DAA). The experimental desing was completely randomized desing with six treatments (15, 25, 30, 40, 50 and 60 DAA) and four repetitions. For each, season, fruit were assessed visually and determined the average weight, and the seeds extracted from fruits were evaluated for the following tests and/or regulations: water content, dry matter of seeds, germination, electrical conductivity, field emergency and seedling, emergence speed index. The seeds reached physiological maturity at the time of 50 to 60 DAA, setting the time to make the harvest cucurbit fruits in this semiarid region of the Valley of San Francisco.

Keywords: physiological quality, germination, harvest

4.1. INTRODUÇÃO

Na produção de sementes de espécies oleráceas, a preocupação em atingir a máxima qualidade deve ser tão ou mais intensa que nas demais espécies cultivadas. Em algumas dessas espécies, inclusive, em função do custo unitário da semente ou do retorno econômico proporcionado, tal preocupação deve ser ainda mais intensa. Neste último caso, é importante lembrar o custo e as vantagens produtivas, qualitativas e quantitativamente dos híbridos que, nos últimos anos, têm ocupado espaços cada vez maiores do setor. Deve-se lembrar, também, que a produção dessas sementes híbridas, além de mais trabalhosa, envolve tecnologia mais avançada. Tudo isso resulta em maior custo das sementes exigindo, portanto, sua melhor qualidade física, fisiológica e sanitária, bem como a maximização de seu uso. Assim, assumem grande importância não só a determinação dos melhores procedimentos de colheita das sementes, mas também condições de armazenamento que permitam comercializá-las por mais tempo.

Considerando-se que, ao serem colhidas, as sementes são desligadas da planta mãe, que até aquele momento era seu ambiente natural, passa então à responsabilidade do homem, a conservação das mesmas nas melhores condições durante todo esse período. Contudo, o armazenamento das sementes inicia-se algum tempo antes que seja realizada a operação de colheita, quando estas atingem o ponto de maturidade fisiológica (COSTA et al., 2006).

ARAÚJO et al. (1982) estudaram a influência do período de armazenamento de frutos de abóbora cultivar 'Menina Brasileira' de diferentes idades, verificando que as sementes dos frutos não armazenados apresentam maior germinação e vigor, em torno de 55 dias após a antese.

Segundo CASAROLI et al. (2006) a avaliação de vigor, apesar de fundamental para caracterizar a qualidade fisiológica das sementes, ainda necessita avançar, principalmente, em termos de padronização dos procedimentos para os testes utilizados. Uma das hortaliças que necessita de maiores estudos dos testes para avaliação de sua qualidade fisiológica é a abóbora.



A colheita de frutos para fins de extração das sementes em cucurbitáceas é feita normalmente quando os frutos estão maduros, porém, pode ser realizada até mesmo antes do completo amadurecimento, seguido de armazenamento pós-colheita (BISOGNIN et al., 1999). Assim sendo, é de fundamental importância a determinação do ponto ideal de colheita dos frutos combinado ao armazenamento pós-colheita para obtenção de sementes de alta qualidade fisiológica. O armazenamento pós-colheita dos frutos está relacionado ao fato de que as sementes continuam seu amadurecimento, caso não o tenham completado no campo, atingindo níveis máximos de germinação e vigor (BARBEDO et al., 1994; MARROCOS et al., 2011).

Resultados de pesquisas realizadas com outras cucurbitáceas indicam comportamentos variados em relação à época ideal de colheita e ao tempo de armazenamento pós-colheita. Os mais positivos na germinação e no vigor foram obtidos quando a colheita dos frutos foi efetuada precocemente em abóbora cv. 'Menina Brasileira' (ARAUJO et al., 1982), em abóbora italiana (ALVARENGA et al., 1991), em abobrinha cv. 'Menina Brasileira' (MARROCOS et al., 2011) e também, em pepino (BARBEDO et al., 1994). Efeitos negativos sobre a qualidade das sementes foram observados quando a colheita tardia foi efetuada em melancia, devido a possível deterioração dos frutos (ALVARENGA et al., 1984).

Para as cucurbitáceas, que apresentam frutos carnosos, a dificuldade está em conhecer a época em que as suas sementes atingem o ponto de máxima qualidade fisiológica. Para essa família o processo de maturação das sementes continua após a colheita dos frutos, atingindo níveis máximos de germinação e vigor após serem submetidas a um período de repouso, o qual varia entre as diferentes espécies (VIDIGAL et al., 2006; DIAS et al., 2006).

Diante do exposto, objetivou-se determinar a maturidade fisiológica das sementes de abóbora, cultivar Jacarezinho, nas condições do Vale do São Francisco.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental de hortaliças do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais / DTCS da Universidade do Estado da Bahia / UNEB, situada em Juazeiro, BA, durante o período de dezembro 2010 a março de 2011 em solo classificado como Vertissolo. Da área experimental foram retiradas amostras de solo, cuja análise química, revelou os seguintes resultados: pH (água) = 6,5; P = 69,64 mg.dm⁻³; K = 0,34 cmolc.dm⁻³; Ca = 6,4 cmolc.dm⁻³, Na = 0,06 cmolc.dm⁻³ e Mg = 1,1 cmolc.dm⁻³.

O município de Juazeiro está situado aos 09° 24' de latitude e 40° 30' de longitude WGr, e uma altitude de 368 m. O clima da região é semi árido segundo a classificação de Koppen. Os dados meteorológicos da área, coletados no período de condução dos experimentos encontram-se na Tabela 1.1.

TABELA 1.1. Dados meteorológicos da área de estudo durante a condução do experimento (Juazeiro – BA, 2011).

Ano	Meses	UR média (%)	Temperatura (°C)	Precipitação (mm)
2010	Dezembro	60,3	27,2	197,3
2011	Janeiro	59,0	27,1	54,6
2011	Fevereiro	58,3	27,5	47,8
2011	Março	69,7	26,8	142,0

No preparo do solo foram realizadas aração e gradagem seguida de sulcamento e adubação de plantio, tendo como base os resultados da análise de solo e recomendação de CAVALCANTI (1998). A irrigação foi aplicada com frequência de rega diária, utilizando gotejamento com emissores de 1,8 Lh⁻¹.

As sementes de abóbora, cultivar Jacarezinho, foram semeadas em bandejas de isopor multicelulares contendo 128 células, utilizando-se o substrato comercial Plantmax[®]. Aos 12 dias após a semeadura, realizou-se o transplantio das mudas (com duas folhas verdadeiras), sendo plantadas no espaçamento de 2,0 x 1,0 m (Figura 1.1).

As demais práticas culturais obedeceram às necessidades da cultura (FILGUEIRA, 2008).



FIGURA 1.1. Implementação do experimento de abóbora ‘Jacarezinho’ no período de dezembro de 2010 a março de 2011 no campo experimental da UNEB com as etapas de: demarcação do espaçamento e montagem do sistema de irrigação (A), transplântio e pegamento das mudas (B), condução da planta (C), marcação das flores (D), marcação dos frutos (E), e colheita (F), Juazeiro – BA (2011).

O ciclo da cultura foi diariamente acompanhado para os registros de desenvolvimento vegetativo (Figura 1.2). Sempre no horário da manhã, as flores foram etiquetadas, com fitas coloridas, no dia de sua antese e as colheitas dos frutos realizadas em conformidade com as idades pré-estabelecidas para os tratamentos.

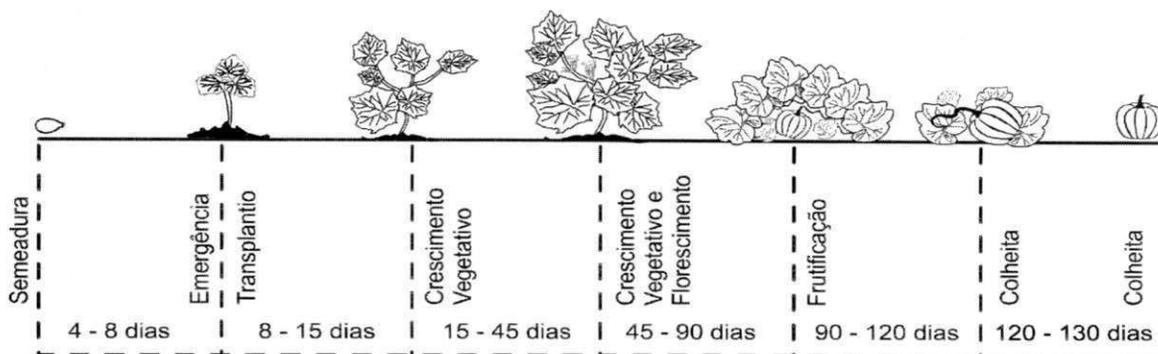
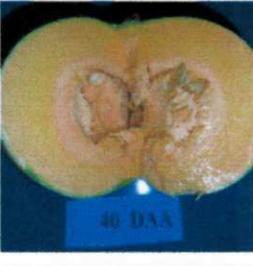


FIGURA 1.2. Acompanhamento do ciclo vegetativo da abóbora 'Jacarezinho' para as condições do Vale do São Francisco, Juazeiro – BA (2011).

Após a colheita, os frutos foram levados ao Laboratório de Análises de Sementes da Embrapa Semiárido, e deixados em repouso por 10, 20 e 30 dias a temperatura ambiente em torno de 28°C. Após a colheita em cada época determinada e o período de repouso, as sementes foram extraídas e, em seguida, colocadas para determinar o teor de água e a massa seca (Tabela 1.2). A mudança da cor da polpa dos frutos foi acompanhada, visualmente, utilizando-se a escala de classificação proposta pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) conforme FOLEGATTI e MATSUURA (2002). A parte restante das sementes foi lavada e submetida a assepsia com solução de hipocloreto de sódio a 1%, durante 3 minutos, para eliminação de contaminantes, e posta para secar a temperatura ambiente (27-30 °C) no laboratório por 12 h (KIKUTI et al., 2005).

TABELA 1.2 – Descrição dos estádios de maturação dos frutos de abóbora cv. Jacarezinho de acordo com a coloração da polpa e a formação da semente, Juazeiro – BA (2011).

Estádio	Maturação do fruto	Descrição da semente
 <p>15 DAA</p>	<p>Polpa de cor clara (15 DAA)</p>	<p>Semente em formação</p>
 <p>30 DAA</p>	<p>Polpa de cor clara (25 DAA) ¼ maduro</p>	<p>Semente em formação</p>
 <p>40 DAA</p>	<p>Polpa de cor alaranjada (40 DAA) ½ maduro</p>	<p>Semente formada</p>
 <p>50 DAA</p>	<p>Polpa de cor alaranjada (50 DAA) Até ¾ maduro</p>	<p>Semente formada</p>
 <p>60 DAA</p>	<p>Polpa de cor laranja (60 DAA) Maduro</p>	<p>Semente formada</p>

Adaptado de FOLEGATTI e MATSUURA (2002).

A qualidade das sementes foi avaliada pelos seguintes testes e/ou determinações:

Teor de água – realizado com quatro subamostras (repetições) de 0,5 gramas de sementes por tratamento, pelo método estufa 105 ± 3 °C, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem.

Peso da massa seca das sementes – determinado em duas repetições de 30 sementes com base no resultado final das sementes após secagem a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em $\text{g} \cdot 30 \text{ sementes}^{-1}$.

Germinação - conduzida com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha Germitest, umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco, acondicionadas em sacos plásticos transparentes e mantidas em germinador sob temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas diariamente até o oitavo dia após a semeadura, determinando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) - quatro repetições de 50 sementes foram semeadas seguindo-se o mesmo procedimento adotado para o teste de germinação, contando-se diariamente o número de plântulas até o oitavo dia de semeadura.

Condutividade elétrica - utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes, que foram pesadas e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e mantidas em incubadora BOD a 30 °C por quatro horas (VIEIRA, 1994). As leituras foram feitas em condutivímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

Emergência em campo de plântulas (EC) - quatro repetições de 50 sementes foram semeadas a 0,5 cm de profundidade em bandejas plásticas contendo areia lavada e esterilizada e umedecida a 60% da capacidade de retenção. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação telada a 70% à temperatura média de 28 °C, sendo feitas contagens diárias do número de plântulas emersas até o oitavo dia (MAGUIRE, 1962).

Procedimento estatístico - o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos (15, 25, 30, 40, 50 e 60 dias DAA) e quatro repetições. Todas as variáveis analisadas foram submetidas à análise de regressão e ajustes de curvas em função da idade dos frutos com auxílio do software Sisvar FERREIRA (2000).

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa média dos frutos variou de 875,02 g aos 15 dias após a antese (DAA) a 2175,27 g aos 60 DAA, ou seja, aumentou gradativamente ao longo de todo o período de desenvolvimento dos frutos (Figura 1.3A). Na fase inicial de crescimento dos frutos, o acúmulo de massa seca foi pequeno, tendo se intensificado a partir dos 30 DAA, período em que ocorreu um incremento médio de 82%, contrariamente ao período final, em que os frutos apresentaram um menor acúmulo de massa seca, com incremento médio de 17%. Conforme MEDEIROS et al. (2010), a fase de crescimento acelerado corresponde ao estágio no qual segue o estágio em que predomina a expansão celular e daí o estágio de amadurecimento. Comportamento semelhante foi observado em outras cucurbitáceas como abóbora (MEDEIROS, 2006; VIDIGAL et al., 2007), melancia (GRANGEIRO et al., 2005) e melão (VILLANUEVA et al., 2000; GIEHL et al., 2008).

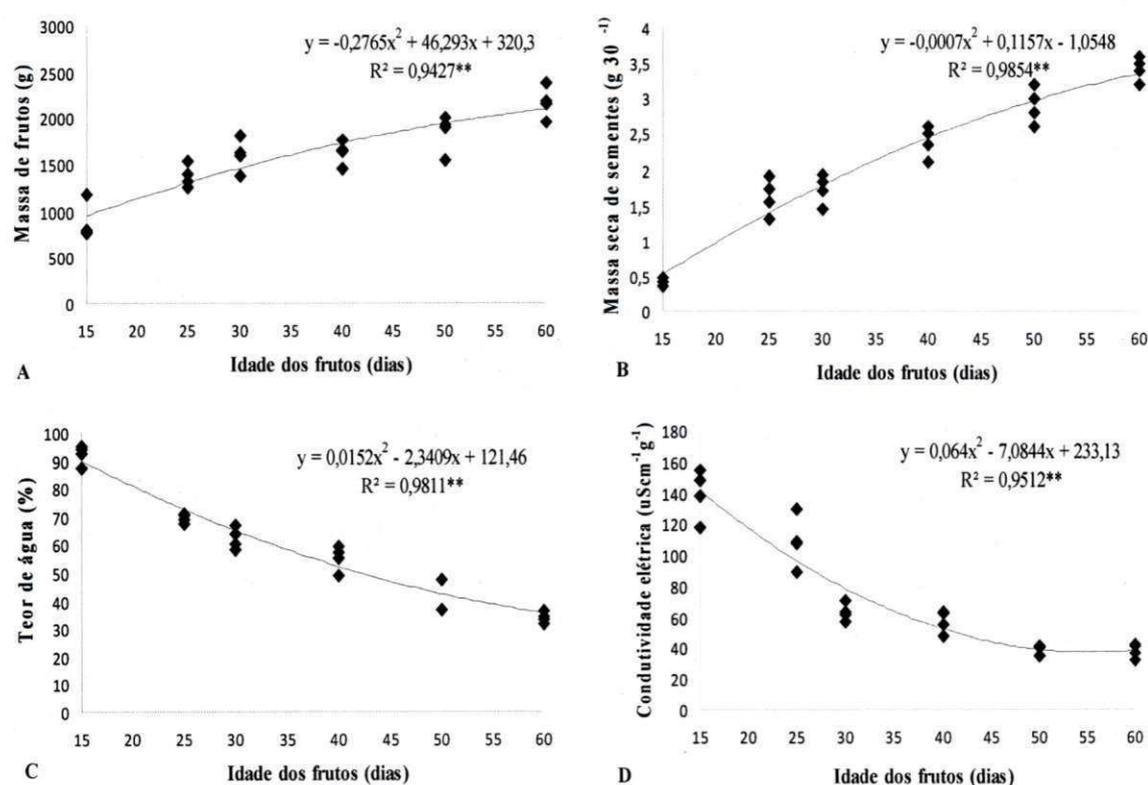


FIGURA 1.3. Massa dos frutos g (A), Massa seca g.30⁻¹ (B), teor de água % (C) e condutividade elétrica µS.cm⁻¹.g⁻¹ (D) das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função da idade dos frutos.

Verificou-se aumento significativo no peso da matéria seca das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, dos 15 até os 60 dias de idade, última época de colheita dos frutos (Figura 1.3B).

A massa seca das sementes é considerada, por diversos autores, uma das medidas mais seguras da maturidade da semente. A semente alcança sua maturidade fisiológica quando atinge peso seco máximo (COSTA et al., 2006).

O início do desenvolvimento da semente é caracterizado pelo acúmulo relativamente lento de massa seca (Figura 1.3B), pois é nesta fase que predominam a divisão e a expansão celulares, responsáveis pela constituição da estrutura adequada para receber as substâncias transferidas da planta-mãe. A fase seguinte é caracterizada pelo fluxo de acúmulo de massa seca que se intensifica até atingir seu máximo, o que ocorre quando a semente ainda apresenta teor de água relativamente elevado (MARCOS FILHO, 2005). Nesse sentido, COSTA et al. (2006) constataram, em frutos de abóbora híbrida, que as sementes ganham massa até os 50 DAA, ocorrendo estabilização a partir deste ponto.

O teor de água das sementes extraídas de frutos recém colhidos decresceu à medida que aumentou a idade dos frutos. Esse decréscimo foi verificado nas sementes provenientes de frutos com até 60 DAA (Figura 1.3C), e foi contínuo durante todo o período analisado, sendo que aos 15 DAA as sementes se encontravam com teor de água médio de 92,08% e aos 60 DAA decresceu para 33,79%. Houve intensificação de desidratação a partir dos 30 DAA, embora as sementes tenham chegado ao final do período observado com o teor de água ainda elevado. Isso pode ter ocorrido por se tratar de frutos carnosos com alto teor de água, o que também foi observado por outros autores em frutos de abóbora italiana (ALVARENGA et al., 1991), pimenta (VIDIGAL et al., 2009a,b) e tomate (VIDIGAL et al., 2006).

Nos frutos carnosos as sementes ao atingirem a maturidade fisiológica mantêm o teor de água elevado, tendendo a estabilidade, próximo a maturação fisiológica (MARCOS FILHO, 2005). Nesse tipo de fruto, as sementes, normalmente não passam pela fase de rápida desidratação, nem sofrem grandes oscilações no seu teor de água em função da umidade relativa do ar (DIAS, 2001; DIAS et al., 2006). O aspecto que leva a esse fato é a própria constituição do fruto carnoso com espessa polpa, mantendo elevado o teor de água em seu interior, assim como, diminuindo a interferência do aumento da umidade relativa do ar ao longo do experimento. Segundo WELBAUM e BRADFORD

(1988), embora seja utilizado, o teor de água das sementes não é um indicador adequado de maturidade fisiológica, por sofrer influências ambientais e genéticas. Porém, resultados semelhantes foram verificados por ALVARENGA et al. (1991), trabalhando com abóbora italiana, em que os frutos armazenados por seis dias apresentaram um teor de água nas sementes de 81% aos 25 DAA e 48% aos 65 DAA. Do mesmo modo, em abobrinha cultivar Menina brasileira, o teor de água se manteve alto no final do período avaliado, aos 60 DAA com 50% (MARROCOS et al., 2011), confirmando os resultados obtidos com os frutos de abóbora cultivar Jacarezinho para as condições da região do Vale do São Francisco (Figura 1.3C).

Os valores obtidos para condutividade elétrica (Figura 1.3D) indicam que inicialmente houve uma grande quantidade de lixiviados, decrescendo à medida que aumentaram os dias para a colheita dos frutos.

A condutividade elétrica variou em média de $139,45 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ em sementes com 15 DAA a $33,79 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ aos 60 DAA, tendo permanecido decrescente, embora com menor intensidade a partir dos 30 DAA, indicando haver uma organização e maior integridade das membranas celulares por ocasião da colheita dos frutos. Em tomate, os valores de condutividade elétrica (CE) observados para as sementes extraídas de frutos com idade de 60 DAA indicavam que as sementes já estavam completamente formadas (VIDIGAL et al., 2006).

Já em pepino, NAKADA et al. (2008) obtiveram resultados semelhantes em sementes colhidas aos 30 DAA, observando-se valores de $71 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ aos 30 DAA e $16 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ aos 55 DAA. Para maxixe, segundo MEDEIROS et al. (2010), os valores da condutividade elétrica foram maiores variando entre de $2321,57 \mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ em sementes com 15 DAA a $1556,19 \mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ aos 40 DAA. Esses resultados indicam que as sementes possuíam inicialmente um menor potencial fisiológico, liberando maior quantidade de lixiviados como consequência da menor estruturação e seletividade das membranas; posteriormente, houve uma redução na lixiviação de solutos em decorrência da estruturação adequada das membranas celulares com a aproximação do ponto de maturidade fisiológica. E dependendo da duração do ciclo vegetativo e da espécie de cucurbitácea estudada estes valores podem variar em intervalos maiores ou menores.

Com relação ao percentual de germinação das sementes dos frutos colhidos e não armazenados com idade de 15, 25 e 30 DAA não germinaram, o que ocorreu somente a partir dos 50 dias, e aos 60 dias atingiram o valor mais elevado. Na Figura

1.4 são apresentados os valores obtidos nos testes de germinação e IVE (Índice de velocidade de emergência) determinados em BOD (“Demanda Bioquímica de Oxigênio”) e em Casa de Vegetação (CVT) para as sementes dos frutos colhidos nas duas últimas épocas de maturação sem armazenamento e com armazenamento de 10, 20 e 30 dias. Esses resultados corroboram aqueles obtidos por ARAUJO et al. (1982), NERSON e PARIS (1988), COSTA et al. (2006) e MARROCOS et al. (2011), que recomendam a colheita de frutos de cucurbitáceas a partir dos 50 dias após a antese, sendo 60 DAA a melhor época de colheita para produção de sementes com elevada qualidade fisiológica.

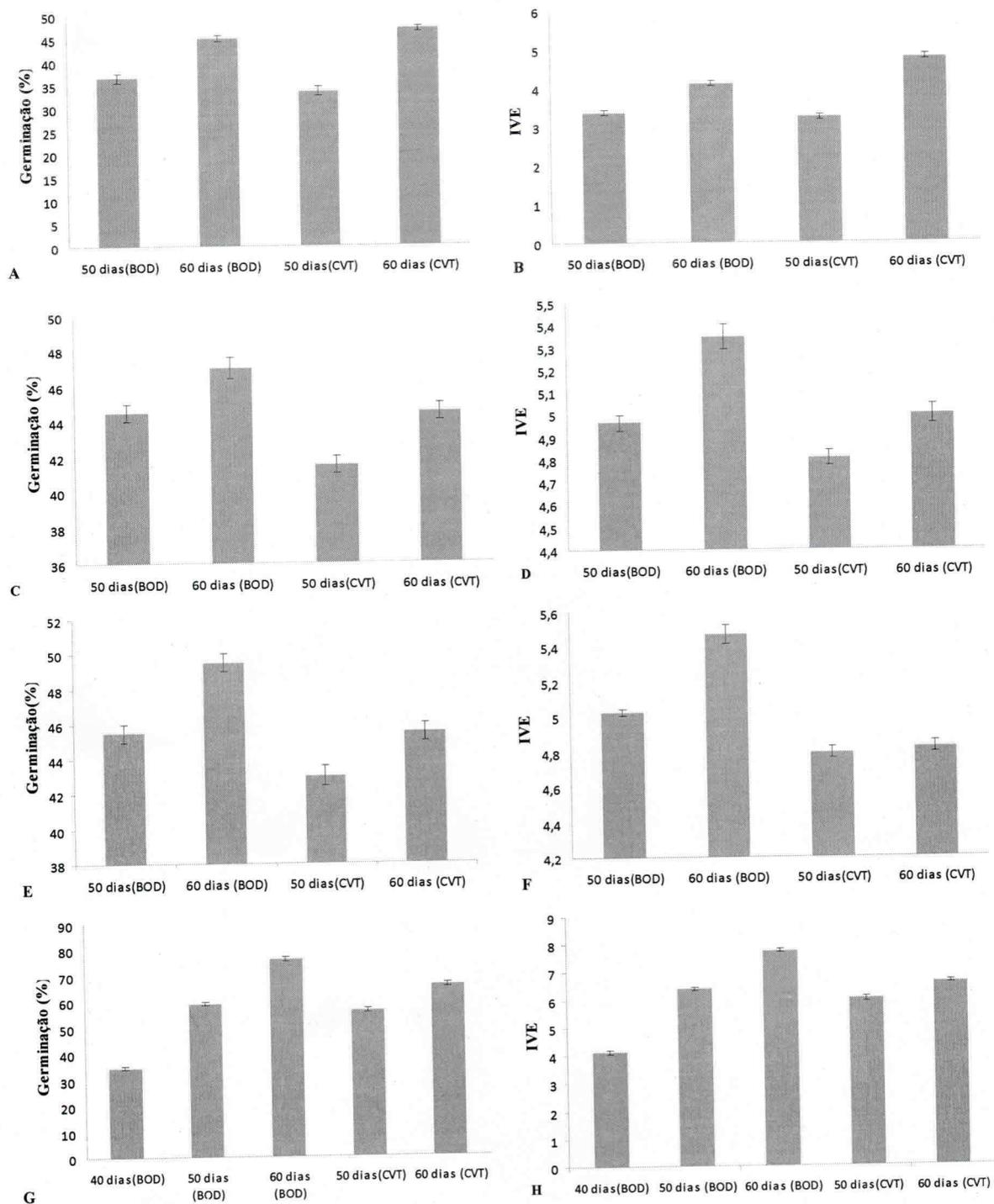


FIGURA 1.4. Germinação e Índice de Velocidade de Emergência das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função da idade dos frutos, sem armazenamento (A e B) e com armazenamento dos frutos durante 10 dias (C e D), 20 dias (E e F) e 30 dias (G e H) determinadas em BOD e Casa de Vegetação (CVT)

Observa-se que, embora as sementes de abóbora em estudo, cv. Jacarezinho, tenham requerido período de 30 a 50 dias para alcançarem a máxima massa, o potencial máximo de germinação não ocorreu antes do período de 50 a 60 dias, contados a partir da abertura (antese) das flores e incluindo o tempo de armazenamento dos frutos (Figura 1.4A, 1.4C, 1.4E, 1.4G). Também para sementes de abóbora, cv. Menina Brasileira, foi somente aos 55 DAA que as sementes expressaram seus maiores índices de germinação e vigor (ARAÚJO et al., 1982). Em sementes de abóbora italiana, cv. Caserta, o ponto de maturidade fisiológica ocorreu aos 65 dias ou aos 55 dias, incluindo, no último caso, o armazenamento dos frutos por período de 6 a 9 dias (ALVARENGA et al., 1991). No presente trabalho é possível que, após terem atingido a máxima massa seca, as sementes ainda necessitariam de um período adicional para estruturação e diferenciação de seus tecidos, para que expressassem seu máximo potencial de germinação, diferentemente do que estabelece POPINIGIS (1985), ao afirmar que a máxima germinação é atingida concomitante ou imediatamente antes de as sementes atingirem máxima massa de matéria seca.

Vale ressaltar ainda que mesmo as sementes oriundas de frutos colhidos aos 60 DAA necessitam de 30 dias de armazenamento para atingirem níveis satisfatórios de germinação e viabilidade (Figura 1.4G, 1.4H). Igualmente para este tempo de armazenamento dos frutos após a colheita com idade de 40 DAA a germinação é de apenas 34%, resultado ainda tímido para a máxima germinação obtida de 76%.

No que diz respeito ao IVE, observa-se valor de 0 aos 15 DAA e os valores de 4,41 e 4,80 aos 60 DAA, para determinações em BOD e Casa de Vegetação respectivamente (Figura 1.4B). Esses valores de IVE têm tendência semelhante aos de germinação (Figura 1.4A) sugerindo que as sementes obtidas de frutos colhidos com esta idade já atingiram a maturidade fisiológica. Porém, no aspecto armazenamento dos frutos, as sementes obtiveram índices maiores quando estes foram armazenados por 30 dias. Os valores adimensionais foram de 7,75 e 6,61 aos 60 DAA, para a mesma condição anterior (Figura 4H). Comportamento semelhante foi observado em sementes de abóbora, cv. Menina brasileira, por MARROCOS et al. (2011).

Com base nesses resultados, recomenda-se a colheita dos frutos da abóbora, cv. Jacarezinho, a partir dos 60 DAA, caso eles não sejam armazenados. Entretanto, ao confrontarmos esses dados com aqueles obtidos nos testes de germinação e do índice de velocidade de emergência das plântulas em BOD e em Casa de Vegetação, verifica-se

que é necessário um período de 30 dias para que os frutos colhidos a partir de 60 DAA originem sementes com poder germinativo considerável.

Na Figura 1.5 verifica-se que os armazenamentos dos frutos colhidos aos 60 DAA obtiveram tendências semelhantes com relação as determinações em BOD e Casa de Vegetação. A germinação das sementes foi crescente a medida que aumenta o tempo de armazenamento sem aparecimento de dano fitossanitário nos frutos. Este resultado se assemelha ao encontrado por COSTA et al. (2006) quando armazenou frutos de abóbora híbrida.

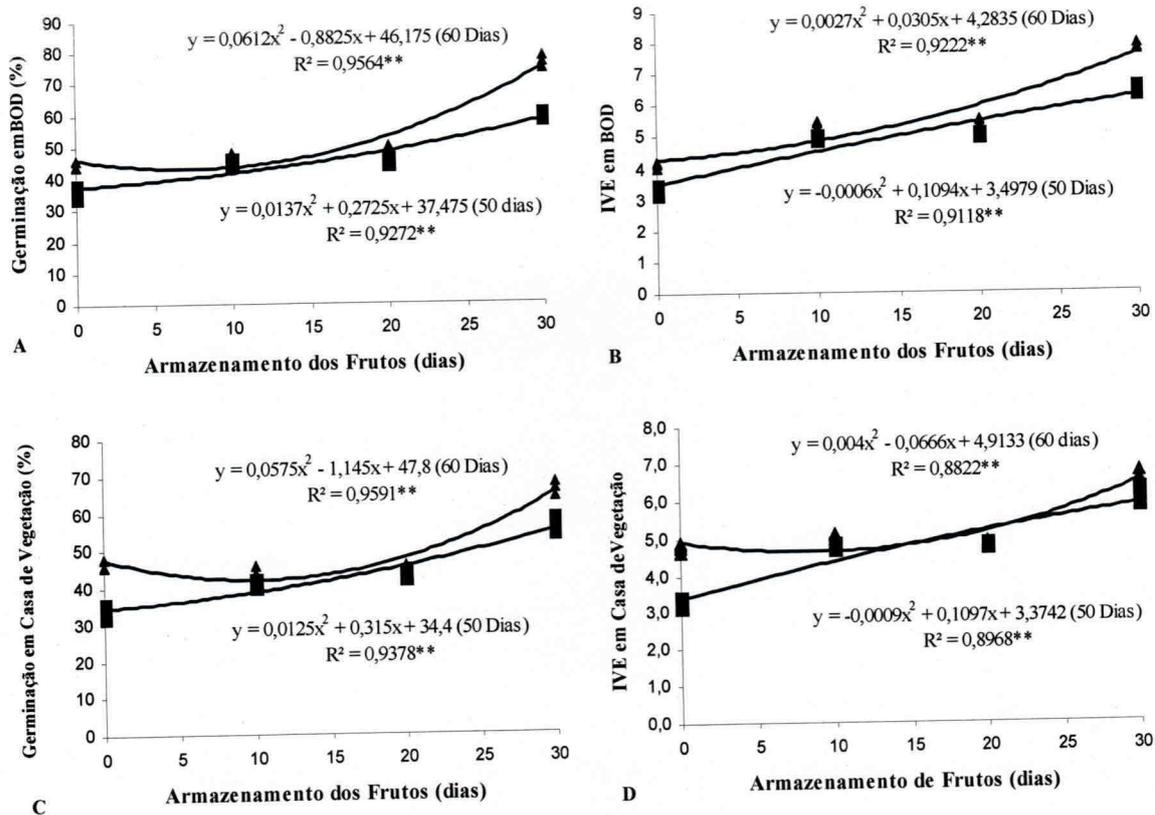


FIGURA 1.5. Germinação (A e C) e Índice de Velocidade de Emergência (B e D) das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, em função do armazenamento dos frutos após a colheita aos 50 (■) e 60 (▲) DAA, determinadas em BOD e em Casa de Vegetação.

Outro ponto a ser destacado é a diferença mínima das curvas de germinação da Figura 1.5, reforçando a diferença do resultado do IVE entre BOD e Casa de Vegetação em que, a semente em condições de BOD germina mais rápido e o seu percentual de germinação maior quando comparadas com as sementes colocadas na Casa de Vegetação.

4.4. CONCLUSÕES

Frutos destinados á obtenção de semente de abóbora, cv. Jacarezinho, de considerável qualidade fisiológica podem ser colhidos a partir de 50 a 60 DAA.

A colheita dos frutos com 15 a 30 DAA resulta em sementes sem germinação.

As sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, atingem a maturidade fisiológica no período entre 50 e 60 DAA, quando se encontram com o menor teor de água e condutividade elétrica praticamente estável.

O armazenamento dos frutos, após a colheita, é imprescindível para assegurar a qualidade fisiológica das sementes de abóbora, cv. Jacarezinho, sendo o período de 30 dias o mais recomendável.



4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, E.M.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; CARDOSO, A.A. Influência da idade e armazenamento pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de melancia. **Horticultura Brasileira**, v.2, n.2, p.5-8, 1984.

ALVARENGA, E.M.; SILVA, R.F.; ARAÚJO, E.F.; LEIRO, L.S. Maturação fisiológica de sementes de abóbora italiana. **Revista Brasileira de Sementes**, v.13, n.2, p.147-150, 1991.

ARAÚJO, E.F. MANTOVANI, E.C.; SILVA, R.F. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.1, p.77-87, 1982.

BARBEDO, C.J.; NAKAGAWA, J.; BARBEDO, A.S.C.; ZANIN, A.C.W. Influência da idade e do período de repouso pós-colheita de frutos na qualidade fisiológica de sementes de pepino cv. Rubi. **Horticultura Brasileira**, v.12, n.2, p.118-124, 1994.

BISOGNIN, D.A.; MENEZES, N.L.; CENTENARO, R.; ALBINI, A.M. Influência da época de extração na qualidade fisiológica de sementes de porongo. **Ciência Rural**, v.29, n.1, p.7-12, 1999.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CASAROLI, D.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; BAHRY, C.A. O teste de frio sem solo em sementes de abóbora. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1923-1926, 2006.

CAVALCANTI, F.J.A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco** (2ª aproximação) 2 ed. Recife, IPA, 1998. 189p.

COSTA, C.J.; CARMONA, R.; NASCIMENTO, W.M. Idade e tempo de armazenamento de frutos e qualidade fisiológica de sementes de abóbora híbrida. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.127-132, 2006.

DIAS, D.C.F.S. Maturação fisiológica de sementes: O processo. **Seed News**, v.5, n.6, p.22-24, 2001.

DIAS, D.C.F.S.; RIBEIRO, F.P.; DIAS, L.A.S.; SILVA, D.J.H.; VIDIGAL, D.S. Maturação de sementes de tomate em função da ordem de frutificação na planta. **Revista Ceres**, v.53, n.308, p.446-456, 2006.

- FERREIRA, D.F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000. (SISVAR 4.1. pacote computacional).
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna produção e comercialização de hortaliças**. 3 ed. Viçosa, MG: UFV, 2008, 421p.
- GIEHL, R.F.H.; FAGAN, E.B.; EISERMANN, A.C.; BRACKMANN, A.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A. Crescimento e mudanças físico-químicas durante a maturação de frutos de meloeiro (*Cucumis melo* var. *cantalupensis* Naud.) híbrido Torreon. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.371-377, 2008.
- GRANGEIRO, L.C.; MENDES, A.M.S.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, J. O.; AZEVÊDO, P.E. Acúmulo e exportação de Nutrientes pela Cultivar de Melancia Mickle. **Revista Caatinga**, v.18, n.2, p.73-81, 2005.
- KIKUTI, A.L.P.; MENTEN, J.O.M.; MORAIS, M.H.D.; OLIVEIRA, S.R.S. Interferência da assepsia em sementes de pimentão submetidas ao teste de envelhecimento acelerado. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.2, p.44-49, 2005.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 495p. 2005.
- MARROCOS, S.T.P.; MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; LUCENA, R.R.M. Maturação de sementes de abobrinha menina brasileira. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.2, p.272-278, 2011.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MEDEIROS, M.A. **Acúmulo e exportação de nutrientes em abóbora butternut**. 2006. 23f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.
- MEDEIROS, M.A.; GRANGEIRO, L.C.; TORRES, S.B.; FREITAS, A.V.L. Maturação fisiológica de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**. v.32, n.3, p.17-24, 2010.
- NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J.A.; GOMES, L.A.A.; MELO, L.C.; SILVA, A.A. **Estádios de maturação e secagem na qualidade fisiológica de sementes de pepino**. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, ABH, 48, p.2064-2070, 2008.
- NERSO, H.; PARIS, H.S. Effects of fruit age, fermentation and storage on germination of cucurbit seeds. **Scientia Horticulturae**, v.35, n.1/2, p.15-26. 1988.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.
- VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; NAVEIRA, D.S.P.C.; ROCHA, F.B.; BHERING, M.C. Qualidade fisiológica de sementes de tomate em função da idade e do armazenamento pós-colheita dos frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.3, p.87-93, 2006.

VIDIGAL, S.M.; PACHECO, D.D.; FACION, C.E. Crescimento e acúmulo de nutrientes pela abóbora híbrida tipo Tetsukabuto. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.375-380, 2007.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; PINHO, E.V.R.; DIAS, L.A.S. Alterações fisiológicas e enzimáticas durante a maturação de sementes de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.2, v.37, p.129-136, 2009a.

VIDIGAL, D.S.; DIAS, D.C.F.S.; PINHO, E.V.R.; DIAS, L.A.S. Sweet pepper seed quality and lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. **Seed Science and Techonology**, v.37, p.192-201, 2009b.

VILLANUEVA, M.J.; TENORIO, M.D.; ESTEBAN, M.A.; MENDOZA, M.C. Compositional changes during ripening of two cultivars of muskmelon fruits. **Food Chemistry**, v.87, p.179-185, 2000.

WELBAUM, G.E.; BRADFORD, K.J. Water relations of seeds development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). In. Water relations of seeds and fruit development. **Plant Physiology**, v.86, p.406-411, 1988.

CAPÍTULO 2

COMPORTAMENTO MECÂNICO DOS FRUTOS DE ABÓBORA JACAREZINHO (*Curcubita moschata* Duch) SUBMETIDOS À COMPRESSÃO DURANTE A MATURAÇÃO

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Comportamento mecânica dos frutos de abóbora Jacarezinho (*Curcubita moschata* Duch) submetidos a compressão durante a maturação.** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola – Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas).

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos estudar o comportamento dos frutos de abóbora durante os estádios de maturação nos valores da força máxima de compressão para deformações fixas e determinar o módulo proporcional de deformidade desta hortaliça submetidos à compressão em posição de repouso. Os frutos colhidos aos 15, 30, 40, 50 e 60 dias após a fecundação foram comprimidos uniaxialmente, entre duas placas paralelas. A partir dos resultados obtidos conclui-se que tanto a força de compressão necessária como o módulo proporcional de deformidade aumentam com a maturação atingindo uma força máxima de 1778 N e um módulo de deformidade máximo de 164 MPa após 30 dias. Após este período tanto os valores da força máxima quanto os valores do módulo decrescem chegando a 1514,8 N de força máxima e um módulo de 132,09 MPa após 60 dias de maturação. Este resultado mostra que com o aumento do tempo de maturação ocorre o aumento da rigidez dos frutos com conseqüente aumento da carga máxima para atingir maiores deformações. O tempo ideal para colheita e transporte dos frutos da abóbora 'Jacarezinho' é de 30 á 40 dias após a antese.

Palavras-chave: abóbora, propriedades reológicas, ruptura, colheita

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Mechanical behavior of the fruits pumpkin 'Jacarezinho' (*Cucurbita moschata* Duch.) subjected to compression during maturation.** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Doctor Thesis Essay in Agricultural Engineering – Storage and Processing of Agricultural Products).

ABSTRACT

This study aimed to observe the behavior of the pumpkin fruit during the ripening stages on the values of maximum compression force for fixed deformations and determine the proportional deformity modulus of vegetables under compression in a resting position. The fruits were harvested at 15, 30, 40, 50 and 60 days after fertilization uniaxially compressed between two parallel plates. From the results it is concluded that both the compression force proportional to the modulus of deformation increases with maturation reaching a maximum force of 1778 N and a modulus of deformation than 164 MPa after 30 days. After this period both maximum strength and the modulus values decrease reaching 1514.8 N of maximum force and a modulus of 132.09 MPa after 60 days of ripening. The results show that with increased maturation time is increased stiffness of the fruits with a consequent increase of the maximum load to achieve greater deformation. The ideal time to harvest and transport fruits pumpkin 'Jacarezinho' is 30 will be 40 days after anthesis.

Keywords: pumpkin, rheological properties, rupture, harvest

5.1. INTRODUÇÃO

A abóbora tem como centro de origem a região central do México. É uma espécie tropical, favorecida por temperaturas elevadas para sua produção. Pertencente à família *Cucurbitaceae* e ao gênero *Cucúrbita* (SASAKI et al., 2006) apresentando formato e tamanho variado, podendo ser colhida em diferentes estádios de maturação, mesmo antes de atingir o tamanho definitivo. Entretanto, para o uso industrial, a colheita deve ser feita quando estiver madura, ou seja, quando apresentar pedúnculo seco e casca resistente (SILVA, 2009).

Conforme VIGNEAULT et al. (2002), do instante em que são colhidos até serem consumidos, os produtos hortícolas sofrem uma série de injúrias mecânicas que, dependendo da sensibilidade do produto, poderão causar danos que comprometerão a sua qualidade final, provocando perdas da ordem de 20 a 25% do total colhido, valor que justifica maiores investimentos em tecnologia e equipamentos, em vez de maior expansão da área.

O estudo das características mecânicas dos produtos agrícolas é importante para que os equipamentos possam ser desenvolvidos para atingir a máxima eficiência sem comprometer a qualidade final do produto. As trincas e quebras ocorrem nos produtos agrícolas se os esforços, aos quais são submetidos, excedem a força de resistência do material (RESENDE et al., 2007).

De um modo geral, os danos mecânicos em frutos podem promover a formação de lesões aquosas translúcidas, amolecimento precoce do fruto, ruptura da epiderme (HONÓRIO e MORETTI, 2002) ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas de cor, aroma, sabor e textura, e conseqüentemente, acelerar os processos de deterioração (LEE et al., 2005).

As perdas pós-colheita devido a danos mecânicos gerados por tensões mecânicas como compressão, impacto e corte são mais acentuadas em propriedades rurais onde há pouca aplicação tecnológica e os recursos financeiros são escassos. A fase de transporte na propriedade agrícola é, provavelmente, a mais importante para a apresentação do produto, uma vez que a maioria dos pequenos impactos, compressões e cortes ocorrem

durante o transporte e empilhamento dos frutos, causando danos, que muitas vezes, só se tornam visíveis após a maturação (ROCHA et al., 2011).

Dentre as diversas propriedades mecânicas, o módulo de deformidade permite que sejam realizadas comparações de resistências relativas entre os diversos materiais. Para a determinação do módulo de deformidade do produto, faz-se a separação da sua deformação total nas duas componentes elástica e plástica. Assim, com a obtenção de curvas de força em função da deformação durante a aplicação de cargas ao produto e considerando a sua deformação total, obtém-se o módulo de deformidade total do produto. Segundo COUTO et al. (2002b), no estudo do comportamento mecânico de um material, o módulo de deformidade é considerado mais significativo que o de elasticidade, pois, quando um produto é comprimido, a deformação total é que tem aplicação prática.

O módulo de deformidade é função da razão de Poisson, que assume valores constantes para cada material, sendo seu valor desconhecido para o fruto de abóbora. Na ausência deste valor, BATISTA et al. (2003) utilizaram outra variável proporcional ao módulo de deformidade, denominada módulo proporcional de deformidade.

Diversos fatores afetam as propriedades mecânicas dos produtos agrícolas, destacando-se entre eles, a temperatura de secagem, o teor de água, o tipo de força e a região do grão, na qual esse tipo de força é aplicado (MOHSENIN, 1986; PRUSSIA e CAMPBELL, 1985; LI et al., 1989; ZHANG et al., 1989; RESENDE et al., 2007).

Na determinação do módulo proporcional de deformidade dos frutos de café nos estádios de maturação verde, verdoengo e cereja, com diferentes teores de água, COUTO et al. (2002b) concluíram que o módulo proporcional de deformidade diminui com o aumento da deformação do fruto.

BATISTA et al. (2003), verificaram que o módulo proporcional de deformidade de frutos de café, para a faixa de umidade de 0,14 a 1,50 (b.s.), nos três estádios de maturação, submetidos às temperaturas de secagem (40, 50 e 60 °C), reduziu com o aumento das deformações do produto. Nestas condições, o módulo proporcional de deformidade apresentou valores entre $2,0 \times 10^7$ a $18,0 \times 10^7$ Pa para os frutos de café cereja, $5,0 \times 10^7$ a $40,0 \times 10^7$ Pa para os frutos verdes e $1,0 \times 10^7$ a 50×10^7 Pa para os frutos verdosos.

GUPTA e DAS (2000), avaliando o comportamento mecânico das sementes de girassol, verificaram que com o aumento do teor de água do produto de 3,8 para 16,6 %b.u., a força para a ruptura do produto foi reduzida e sua deformação aumentou.

OLIVEROS-TASCÓN et al. (2002) avaliaram a influência do ataque da broca-do-café na firmeza dos frutos de café cereja e pergaminho (seco e úmido) submetido aos testes de compressão. Para os frutos cereja, não houve diferença significativa entre a firmeza dos frutos sadios e brocados. Já para o café em pergaminho, a firmeza dos grãos sadios foi estatisticamente superior àquela dos grãos brocados, evidenciando a influência do ataque dos insetos nas propriedades mecânicas dos frutos de café.

HENRY et al. (1996) relataram que a força necessária para deformar materiais biológicos pode ser descrita como uma função da deformação de acordo com a série de Taylor:

$$F = ax + bx^2 + cx^3 \quad (1)$$

em que

x - deformação, mm;

a, b, c - coeficientes elásticos do modelo, unidades de Nmm^{-1} , Nmm^{-2} e Nmm^{-3} , respectivamente;

Este modelo tem sido, satisfatoriamente, utilizado para descrever o comportamento mecânico de grãos de soja (HENRY et al., 1996; HENRY e ZHANG, 2000; PAN e TANGRATANAVALEE, 2003; RIBEIRO et al., 2007).

Na Figura 1, está ilustrada a curva força *versus* deformação referente à equação 1, de acordo com HENRY et al. (1996), que identifica as regiões da curva força-deformação quando $b > 0$ e $c < 0$. O primeiro termo ax da equação 1, um componente linear, representa a contribuição elástica e simplesmente controla a primeira região da curva (origem ao ponto 1). O segundo termo bx^2 é um componente parabólico e controla simplesmente a segunda região (pontos 1-3) que inclui o ponto de inflexão e é, algumas vezes, referido como a parte reta da curva. O terceiro termo, com um valor negativo de c , $-cx^3$, é uma parte cúbica que é negativa quando x é positivo.

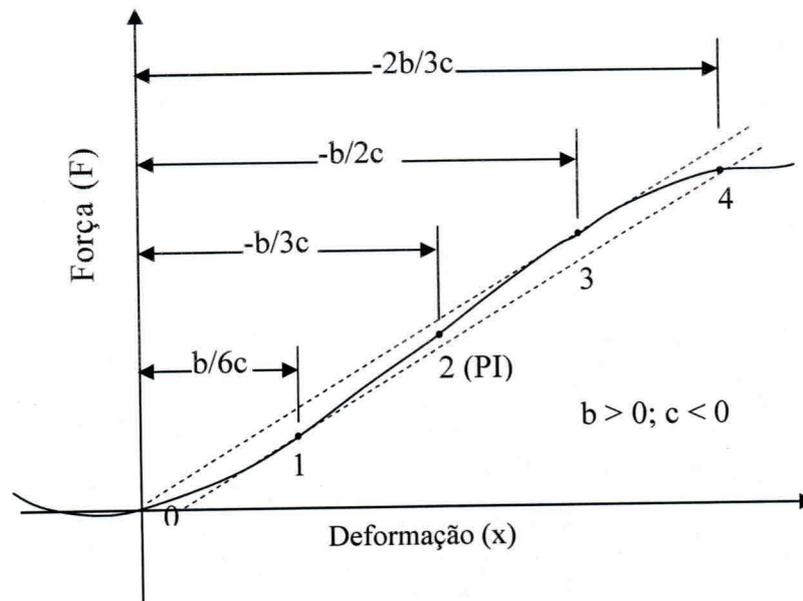


FIGURA 2.1. Ilustração da curva força - deformação do modelo $F = ax + bx^2 + cx^3$; para $b > 0$ e $c < 0$; primeira região inclui a curva da origem até o ponto 1; segunda região inclui a curva dos pontos 1 a 3; terceira região inclui o ponto 3 até o final do teste; PI = ponto de inflexão (HENRY et al., 1996).

As operações de pós-colheita provocam na maioria das vezes compressões que promovem esmagamentos na polpa dos frutos que levam a deterioração dos produtos agrícolas (YAM-TZEC et al., 2011). Os piores tipos de danos são provocados principalmente nas etapas de manejo durante o transporte realizado em caminhões a granel ou em caixas, e durante o armazenamento na fase de comercialização (Figura 2).

UFCC - BIBLIOTECA



FIGURA 2.2. Transporte (A) e armazenamento de abóboras durante a comercialização (B) no Mercado Produtor de Juazeiro Central de Comercialização (Juazeiro-BA, 2011).

Considerando o exposto e a escassez de informações teóricas em literatura especializada sobre as propriedades mecânicas do fruto de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Cucurbita moschata* Duch), objetivou-se com o presente trabalho estudar a influência do estágio de maturação nos valores da força máxima de compressão para deformações fixas e determinar o módulo proporcional de deformidade de frutos de abóbora submetidos à compressão em posição de repouso.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Mecânica dos Materiais pertencente ao Colegiado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Juazeiro, BA.

Para condução do experimento foram utilizados frutos de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Curcubita moschata* Duch.) colhidos cuidadosamente com 15 a 60 dias após floração. Os cinco estádios de maturação (15, 30, 40, 50 e 60 DAA) foram determinados pela colheita realizada em cada fase da maturação dos frutos no campo experimental de horticultura do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual da Bahia, Juazeiro – BA. O cultivo foi realizado no período de dezembro 2010 a março de 2011.

O acompanhamento diário permitiu identificar os frutos para colheita nos períodos pré-determinados da fase inicial até o final da maturação das abóboras. Após a colheita os frutos de abóbora foram colocados em caixas de papelão ondulado com capacidade para cinco frutos e transportados cuidadosamente para o laboratório. No laboratório, os frutos foram pincelados no pedúnculo com solução fungicida (Imazail 2mLL^{-1}) após serem cortados rente ao fruto. Lotes uniformes de cinco frutos de tamanho e coloração padrão, sem danos, sem contaminação foram levados para a medição com paquímetro digital para serem submetidos aos ensaios de compressão nos determinados estádios de maturação (Figura 2.3).

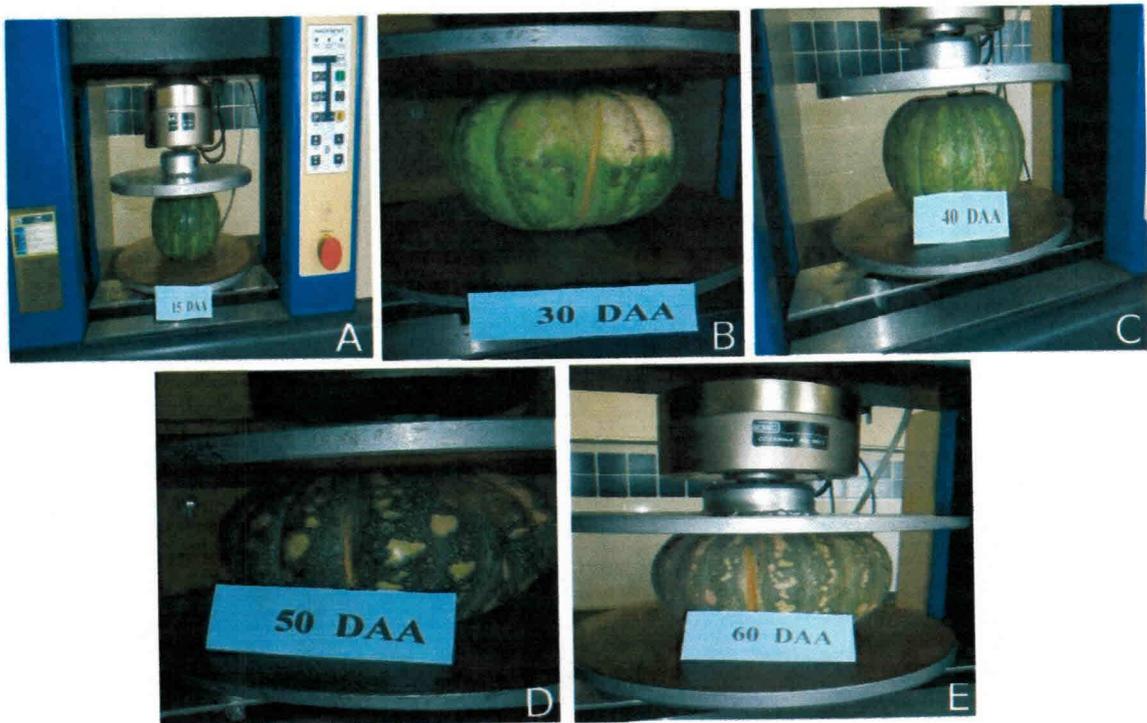


FIGURA 2.3. Ensaio de compressão uniaxial do fruto da abóbora ‘Jacarezinho’ entre duas placas paralelas com 15 (A), 30 (B), 40 (C), 50 (D) e 60 (E) dias após antese (DAA) na posição de repouso (Juazeiro-BA, 2011)

Os ensaios experimentais de compressão nos frutos, testados individualmente, foram realizados em uma máquina de ensaio universal de teste modelo “DL-10000 Emic LTDA”, utilizando uma célula de carga de 100 kN.

Os frutos de abóbora foram submetidos à compressão uniaxial, entre duas placas paralelas, adaptadas para esse fim, aplicada em posição de repouso indicadas na Figura 3, a uma taxa de aplicação de força de $0,005 \text{ m s}^{-1}$. Foram utilizados 5 frutos de abóbora para cada estágio de maturação. O ensaio de compressão foi finalizado quando ocorria a ruptura dos frutos.

O módulo de deformidade da abóbora foi obtido considerando a expressão (1) de deformidade aparente de um corpo convexo (ASAE, 2003).

$$E = \frac{0,531 \cdot F \cdot (1 - \mu^2)}{D^{3/2}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)^{1/3} \right]^{3/2} \quad (1)$$

em que,

- E - módulo de deformidade, Pa;
- F - força, N;
- D - deformação total (elástica e plástica) do corpo nos pontos de contato com a placa superior, m;
- μ - razão de Poisson;
- R, r - raios de curvatura no ponto de contato, m.

Onde módulo proporcional de deformidade (E_p) foi determinado para as deformações de 2,5; 5,0; 7,5 e 10 x 10⁻³ m, de acordo com a seguinte expressão:

$$E_p = \frac{E}{(1-\mu^2)} = \frac{0,531 \cdot F}{D^{3/2}} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{R} \right)^{1/3} \right]^{3/2} \quad (2)$$

em que,

E_p - módulo proporcional de deformidade, Pa.

Os valores dos raios de curvatura (r e R) dos frutos nos pontos de contato, para cada estágio de maturação, foram obtidos por meio de ajustes de circunferências às curvaturas do corpo, segundo os planos coordenados para posição de repouso durante o ensaio de compressão, conforme ilustrado na Figura 2.4.

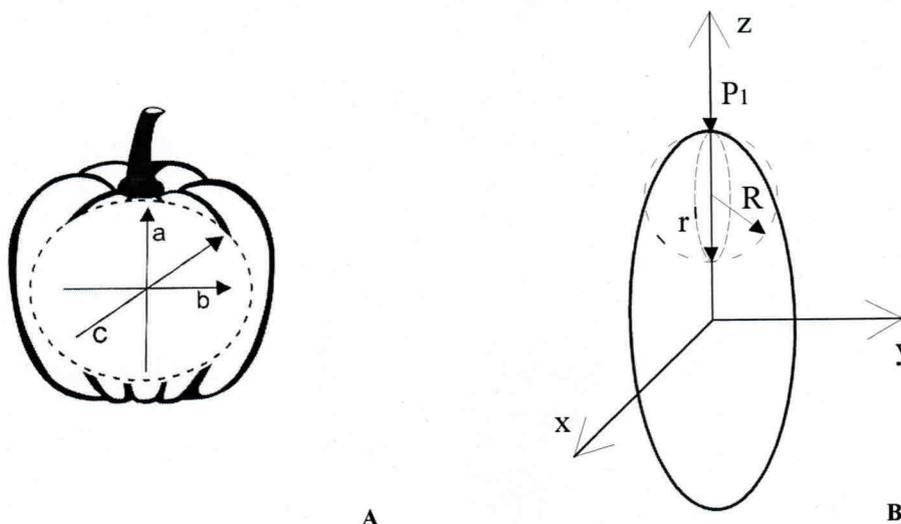


FIGURA 2.4. Raios de curvatura do fruto de abóbora na região de contato entre o produto e a placa de compressão (A), e compressão na posição de repouso (B).

Os dados da força máxima de compressão e do módulo proporcional de deformidade da abóbora foram representados em função do estágio de maturação.

Os testes foram realizados, através do programa SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005), conforme recomendações de MAROCO (2003) considerando a probabilidade de erro (p) menor ou igual a 5%. Desenvolveram-se os testes de regressão para cada Força de Deformação em função de cada Tempo de Maturação dos frutos, para os quais, inicialmente foram avaliadas onze curvas de estimação, optando-se pela de maior coeficiente de determinação (R^2) e com a menor probabilidade de erro apontada pela análise de variância (ANOVA) - teste F, com os resultados expressos graficamente em conjunto com as respectivas equações geradas.

Com intuito de melhor investigar a variância dentre as médias, para cada tempo de maturação dos frutos, aplicou-se a ANOVA, sendo que, para os dados sem homogeneidade entre amostras, utilizou-se o teste de Robustez de Welch, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e obtidos os valores do desvio padrão (\pm DP), coeficiente de variação (%) e os intervalos de confiança (95%), respectivamente.



5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2.1 estão apresentados os valores médios dos raios de curvatura dos frutos de abóbora variedade 'Jacarezinho' na posição de repouso, utilizada nos cálculos para determinação do módulo proporcional de deformidade. Verifica-se que os raios de curvatura aumentaram no decorrer da maturação do produto.

TABELA 2.1. Valores médios dos raios de curvatura dos frutos de abóbora (mm) para estágio de maturação.

Raios de Curvatura (mm)	Estádios de Maturação (dias)				
	15	30	40	50	60
r	49,90	56,00	57,75	58,75	61,25
R	64,50	81,25	80,20	86,95	93,98

Na Figura 2.5 estão apresentados os comportamentos da força (F), do módulo de deformidade (Ep) e da deformação durante os estádios de maturação, onde pode ser visto que tanto a força como o módulo proporcional de deformidade (Ep) aumentam com o acréscimo dos dias de maturação atingindo uma força máxima de 1778 N e um módulo de deformidade máximo de 164 MPa após 30 dias. Após este período tanto os valores da força máxima quanto os valores de Ep decrescem chegando aos 60 DAA a 1514,8 N de força máxima e um Ep de 132,09 MPa respectivamente.

A deformação total, no entanto, decresce com o aumento dos dias de maturação atingindo 11 mm aos 60 dias, valor este 45,8% menor que os 24 mm atingidos após 15 dias de maturação.

Após 50 dias de maturação os valores tendem a permanecer constantes tanto para a força máxima e Ep quanto para a deformação máxima.

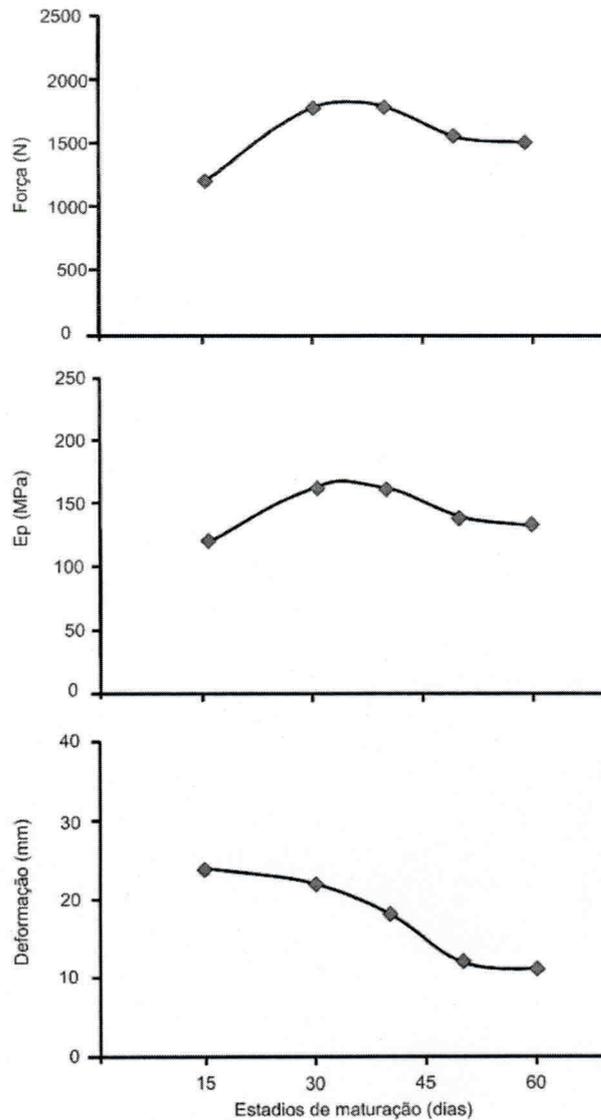


FIGURA 2.5. Comportamento dos valores médios da força máxima de compressão, do módulo de deformidade e da deformação máxima até a ruptura em função do estágio de maturação.

Estes resultados corroboram com o gráfico mostrado na Figura 2.6, onde pode ser visto as curvas força x deformação para os frutos ensaiados após diferentes estágios de maturação. As amostras que foram submetidas a compressão após 15 dias de maturação apresentam uma alta deformação máxima para baixos valores de força. Com o aumento do tempo de maturação os frutos tendem a deformar menos para maiores níveis de força aplicada atingindo um valor máximo de força de 1900 N para uma deformação de 19,24 mm. Tempos de maturação maiores promovem uma diminuição da deformação máxima, porém à menores níveis de força. Mostrando que ocorre um aumento da rigidez dos frutos com o aumento do tempo de maturação.

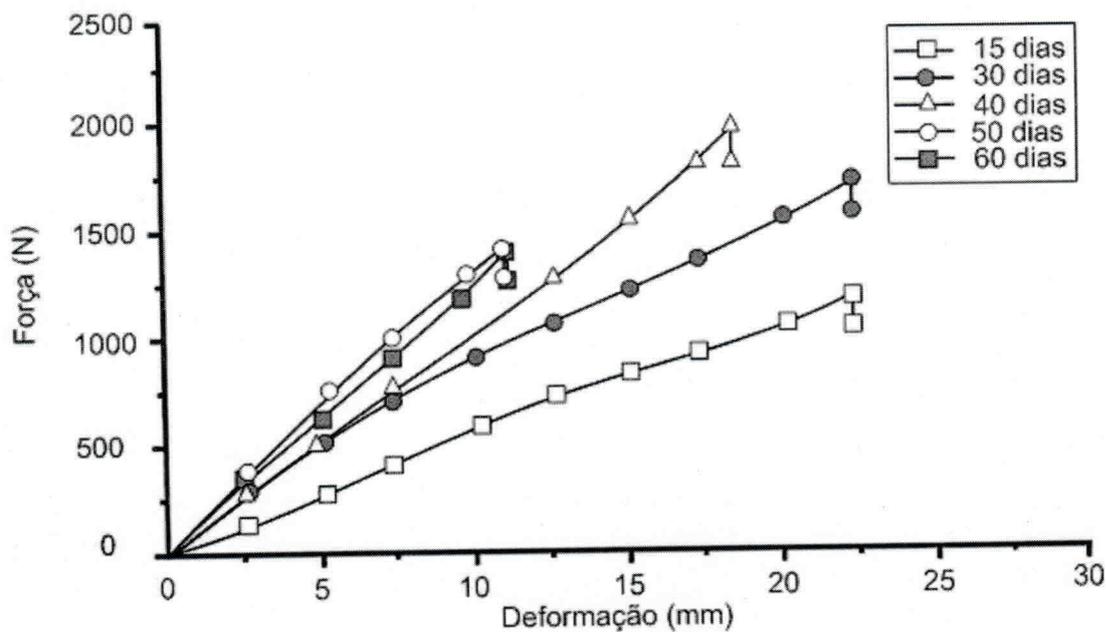


FIGURA 2.6. Curvas força *versus* deformação para os frutos colhidos a 15, 30, 40, 50 e 60 DAA.

Devido aos frutos apresentarem diferentes valores máximos de deformação até sua ruptura, analisou-se a relação entre a força máxima e deformação máxima para valores específicos de deformidade variando entre 2,5 mm e 10 mm, mostrados na Figura 2.7. A partir deste pode-se observar que a carga necessária para promover uma deformação de 2,5 mm independe do estágio de maturação. Para atingir maiores níveis de deformação a carga passa a ser dependente do tempo de maturação, onde para atingir uma deformação de 10 mm necessita-se da aplicação de uma força de 587,44 N para um tempo de maturação de 15 dias e 1253,9 N para 60 dias. Com este resultado tem-se que com o aumento do tempo de maturação ocorre o aumento da rigidez dos frutos com conseqüente aumento da carga máxima para atingir maiores deformações.

Contudo, no presente trabalho, as curvas obtidas de força *versus* deformação para cada estágio de maturação estão coerentes com aquelas citadas por BOURNE (2002). Esse fato pode indicar a necessidade da condução de outros experimentos sobre o modelo proposto por HENRY et al. (1996) para estudo da elasticidade de produtos biológicos, como a abóbora da variedade 'Jacarezinho'.

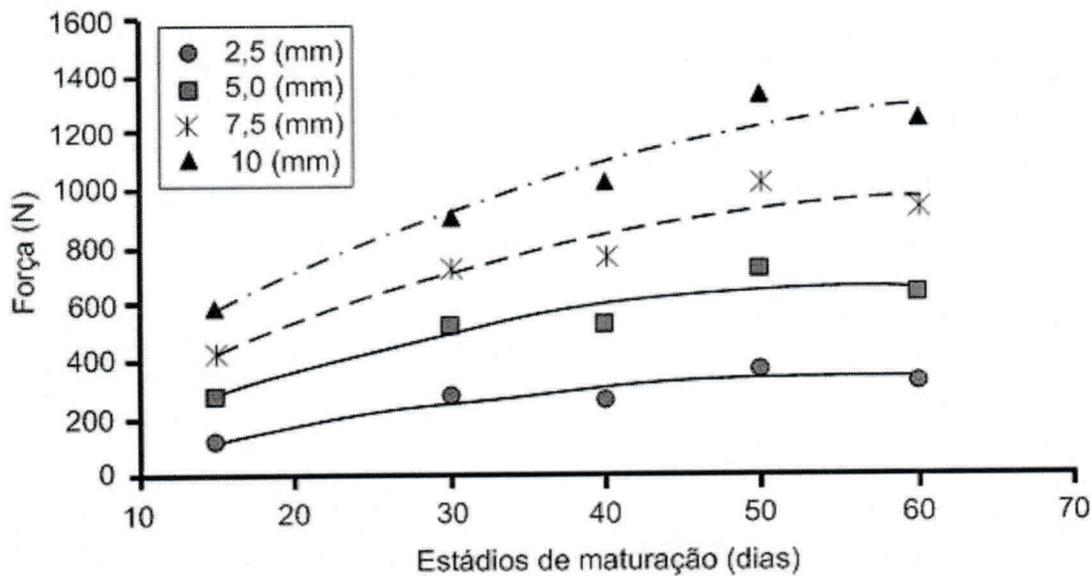


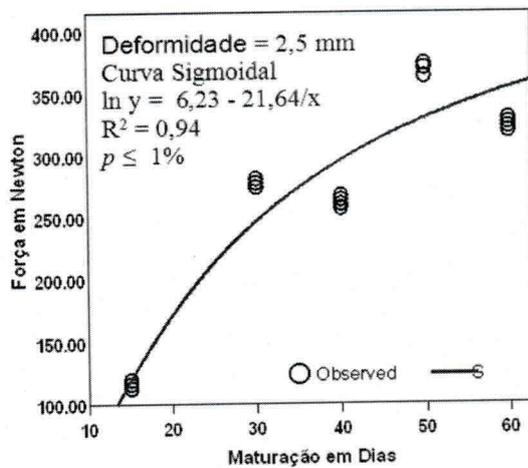
FIGURA 2.7. Variação da força máxima para quatro valores de deformidade específica de abóbora (2,5; 5; 7,5 e 10mm) durante os estádios de deformação.

As propriedades mecânicas dos materiais alimentícios celulares como hortaliças e frutas têm sido associadas com os diferentes níveis de estrutura presentes no material (WALDRON et al., 1997). Ao nível microestrutural podem ser apontados como relevantes para a textura e a estrutura química dos polímeros constituintes da parede celular, a espessura da parede celular, a pressão de turgor das células e a resistência mecânica e natureza da adesão entre as células (MAYOR et al., 2007).

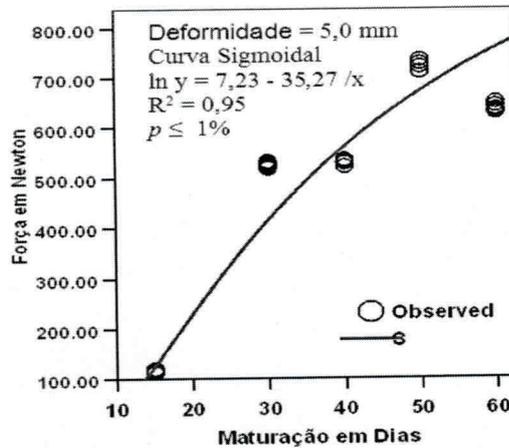
Os níveis estruturais mais altos podem ser observados na estrutura do tecido como orientação celular, quantidade de poros intercelulares e os diferentes tipos de tecido que constituem o produto vegetal. Vários autores têm estudado as mudanças das propriedades mecânicas provocadas pela perda de água, de modo que a resistência mecânica tende a diminuir para a maçã e a banana (KROKIDA et al., 2000; GONÇALVES et al. (2005). No entanto para grãos como a soja, um aumento das propriedades mecânicas é relatada para redução dos teores de água (RIBEIRO et al., 2007). Por outro lado tanto para frutos como para grãos o aumento da rigidez é notado (LEWICKI e JAKUBCZYK, 2004; TELIS et al., 2005).

De acordo com GONÇALVES et al. (2005) a quantidade total de água diminui com o aumento do estágio de maturação mostrando que a polpa das abóboras (*Cucurbita moschata* e *Cucurbita maxima*) tornam-se mais secas. Esta diminuição dos teores de água tende a provocar o aumento da rigidez uma vez que ao perder água os frutos tendem a perder a flexibilidade.

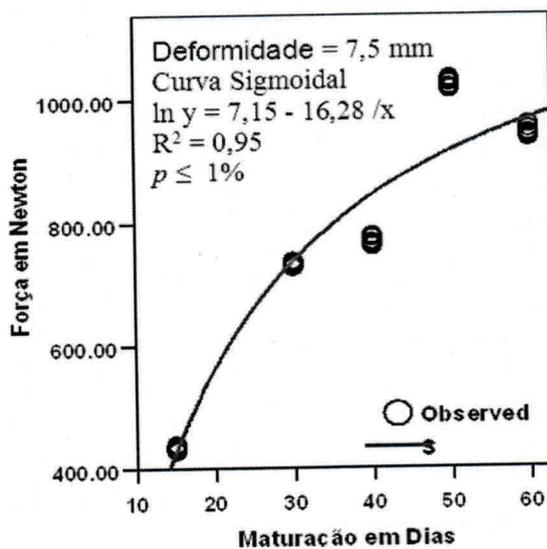
A análise estatística e conseqüente confiabilidade dos resultados podem ser observados nas Figuras 2.8 e 2.9 referindo-se a força máxima e ao módulo proporcional de deformidade respectivamente, onde apresentam comportamento sigmoidal. Nas tabelas de 2.2 a 2.9 em anexo estão apresentadas as médias estatísticas referente a força e ao módulo de deformidade referente as quatro deformações propostas.



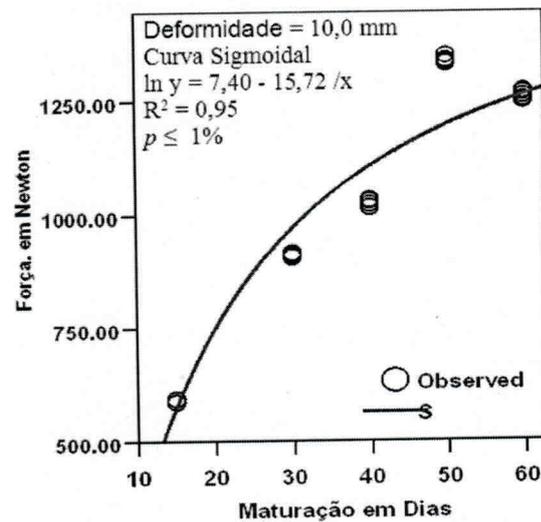
A.



B.



C.

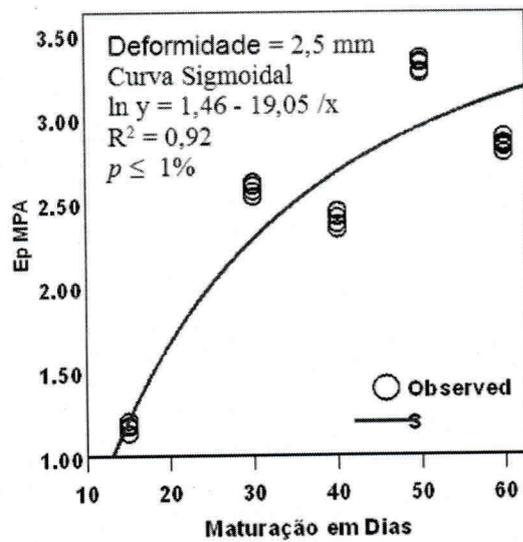


D.

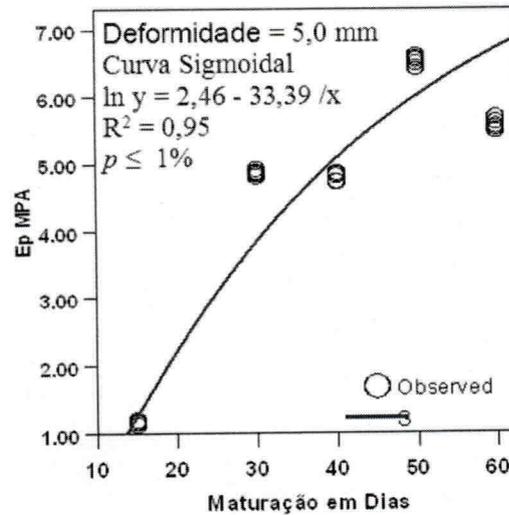
FIGURA 2.8. Valores de força máxima suportada pelos frutos de abóbora ‘Jacarezinho’ para as deformidade de 2,5 (A), 5,0 (B), 7,5 (C) e 10,0 mm (D) durante cinco estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011

Verifica-se que a força de compressão necessária para deformar o fruto em 2,5; 5,0; 7,5 e 10 mm aumenta com o aumento do estágio de maturação, concordando com

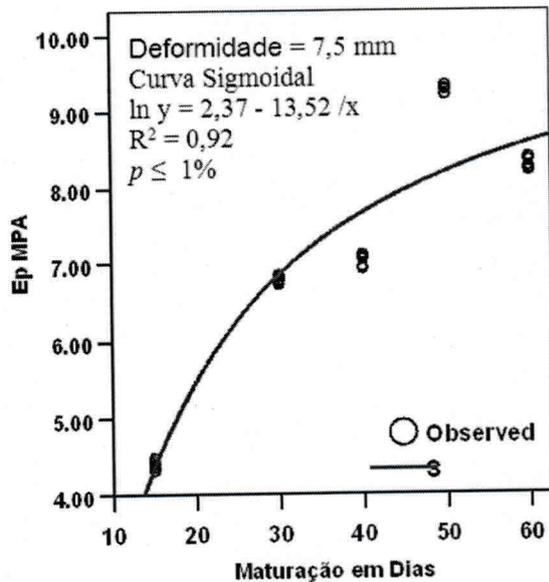
HENRY et al. (2000) estudando a resistência à compressão de nove variedades de soja, colhidas em duas diferentes épocas, observaram que os módulos de tangente e secante máximos diminuíram com o aumento da umidade.



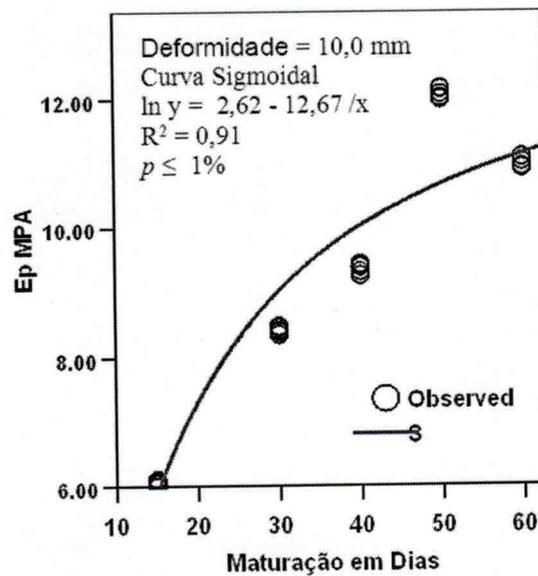
A.



B.



C.



D.

FIGURA 2.9. Valores dos dados relativos ao módulo proporcional de deformidade suportada pelos frutos de abóbora ‘Jacarezinho’ para as deformidade de 2,5 (A), 5,0 (B), 7,5 (C) e 10,0 mm (D) durante cinco estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011

Para teores de água mais elevados, isto é, o estágio de maturação na fase inicial, o fruto de abóbora ‘Jacarezinho’ oferece pequena resistência à compressão, aumentando proporcionalmente com a redução da umidade, ou seja, no conseqüente amadurecimento. Essa tendência deve-se, provavelmente, à mudança gradual na integridade da matriz celular com a redução do teor de água (GUPTA e DAS, 2000).

A carga máxima suportada pelos frutos da abóbora ‘Jacarezinho’ após 40 dias após antese (DAA) foi de 1800 N, isto é, aproximadamente de 184 kg. Considerando o peso médio dos frutos desta variedade como sendo de 1,5 kg, pode-se observar que o empilhamento de 122 frutos seria suficiente para promover a ruptura dos frutos da camada inferior. No entanto, seria necessário avaliar qual a carga máxima necessária para promover danos irreversíveis no fruto relacionado a impactos.

Outro fator a ser observado é que a polpa da abóbora apresenta estrutura celular semelhante a uma colméia de abelha, formada por poros interligados por paredes, como pode ser observado na Figura 2.10. GONÇALVEZ et al. (2005) mostraram que com o aumento do tempo de maturação ocorre o aumento das células e diminuição da espessura das paredes, o que segundo GIBSON e ASHBY (1997) são os principais fatores que provocam a queda das propriedades mecânicas de materiais celulares.

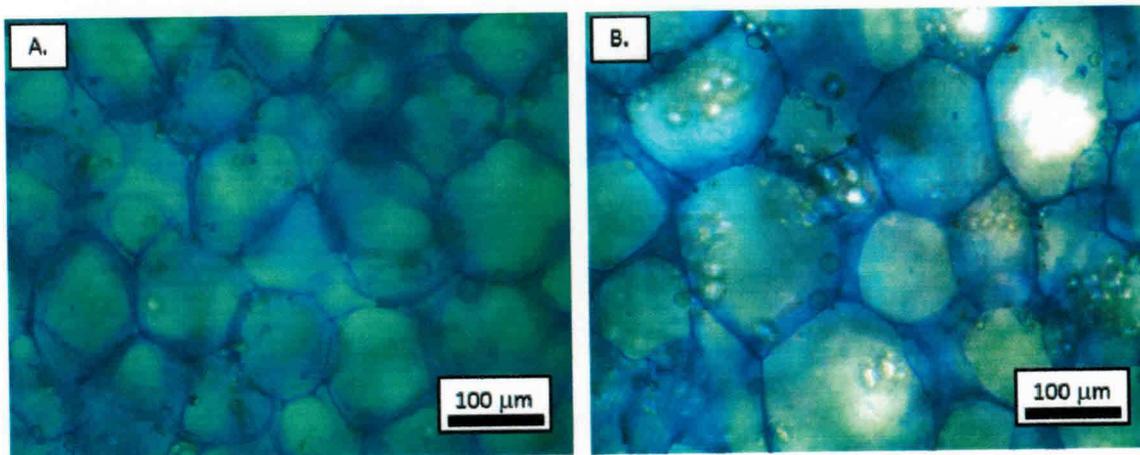


FIGURA 2.10. Foto da microestrutura do tecido da polpa dos frutos de abóbora ‘Jacarezinho’ com 15 (A) e 60 (B) dias após a antese (DAA).

Segundo Couto et al. (2002a) estudando a característica de frutos de café sob compressão observavam-se que os requerimentos de forças e energias para a ruptura do produto parecem depender do grau de maturação dos frutos e existe tendência decrescente desses requerimentos para frutos, na seguinte ordem seqüencial: “verde”, “verdoengo” e “cereja”. Certos aspectos geométricos da estrutura da célula são cruciais

para compreensão das propriedades mecânicas (Figura 2.10). Materiais celulares são muitas vezes mecanicamente eficientes: a microestrutura favo de mel de madeira, por exemplo, dá um índice de desempenho excepcionalmente elevada para resistir flexão e deformação (GIBSON e ASHBY, 1997).

Com o aumento da rigidez observou-se também um aumento da fragilidade dos frutos que passaram a absorver menos energia de deformação antes da ruptura, valor este indicado pela área abaixo da curva tensão x deformação apresentada na Figura 2.5.

O fato de os frutos apresentarem-se fisiologicamente desenvolvidos, conforme observado por SANTOS e CHITARRA (1998) pode ser devido à maior integridade da parede celular, que contribui para o retardamento do efeito das condições de colheita sobre a ação de diversas enzimas responsáveis pelo amadurecimento do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Como todos os frutos climatéricos, a abóbora ‘Jacarezinho’ é perecível, sendo suscetível a danos mecânicos durante a colheita tardia, o que representa um obstáculo para sua comercialização e manutenção da qualidade.

5.4. CONCLUSÕES

A resistência mecânica à compressão dos frutos da abóbora ‘Jacarezinho’ é crescente com o aumento dos estádios de maturação até atingir um valor máximo após 40 dias depois da antese.

Com o aumento dos estágios de maturação ocorre também o aumento da rigidez que promove um aumento do módulo de deformidade.

Para as quatro deformações estudadas durante a maturação dos frutos foram obtidos valores entre 116,8 e 1253,9 N.

O módulo proporcional de deformidade é dependente do valor da deformação do fruto, quanto maior for a deformação, menor será o valor do módulo. O comportamento do módulo dos frutos, com a variação da deformação, é diferenciado, dependendo do estágio de maturação do produto.

O tempo ideal para colheita e transporte dos frutos da abóbora ‘Jacarezinho’ é de 30 á 40 dias após a antese.

Para os diversos estádios de maturação analisados o modelo sigmoidal representa adequadamente a resistência dos frutos de abóbora ‘Jacarezinho’ a compressão.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE. AGRICULTURAL ENGINEERS YEARBOOK OF STANDARDS. **American Society of Agricultural Engineers**, St. Joseph, MI, 2003.

BATISTA, C.S.; COUTO, S.M.; CECON, P.R.; PEIXOTO, A.B. Efeito da temperatura do ar de secagem, do teor de umidade e do estágio de maturação no módulo de deformidade de frutos de café (*Coffea arabica* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, n.6, p.42-53, 2003.

BOURNE, M. **Food texture and viscosity: Concept and measurement**. New York: Academic Press, 2002. 427p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 edição. Revisada e ampliada. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COUTO, S.A.; BATISTA, C.S.; DEVILLA, I.A.; PAIM, V.T. Características de frutos de café sob compressão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 6, n.1, p. 117-122, 2002a.

COUTO, S.A.; BATISTA, C.S.; PEIXOTO, A.B.; DEVILLA, I.A. Comportamento mecânico de frutos de café: módulo de deformidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.6, n.2, p. 285-294, 2002b.

GIBSON, L.J.; ASHBY, M.F. **Cellular solids: structure and properties**. 2ª Edição, Cambridge, 1997.

GONÇALVES, E.M.; BRAZÃO, R.; PINHEIRO, J.; ABREU, M.; SILVA, C.L.M.; MOLDÃO-MARTINS, M. Influence of maturity stage on texture, pectin composition and microstructure of pumpkin. In: **4º Mercosur Congress on Process Systems Engineering (ENPROMER)** Anais, CD-Rom, Rio de Janeiro – Brasil, 2005.

GUPTA, R.K.; DAS, S.K. Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading. **Journal of Food Engineering**. v 46, p.1-8, 2000.

HENRY, Z.A.; ZHANG, H.; ONKS, D. Generalized model of resistance to strain of cellular material. **St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers**, p.1-26, (Paper n.96), 1996.

HENRY, Z.A.; SU, B.; ZHANG, H. Resistance of soya beans to compression. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.76, n.2, p.175-181, 2000.

HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: Cortez, L.A.B.; Honório, S. L.; Moretti, C.L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Hortaliças. Brasília, 2002, cap.4. 428p.

- KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T.; MAROULIS, Z. B. Effect of osmotic dehydration on viscoelastic properties of apple and banana. **Drying Technology**, v.18 (n.4-5), p.951-966, 2000.
- LEE, H.J.; KIM, T-C; KIM, S.J.; PARK, S.J. Bruising injury of persimmon (*Diospyros kaki* cv. Fuyu) fruits. **Scientia Horticulturae**, v.103, p.179-185, 2005.
- LEWICKI, P. P.; JAKUBCZYK, E. Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.307-314, 2004.
- LI, Y.; ZHANG, Q.; PURI, V.M.; MAMBECK, H.B. Physical properties effect on stress-strain behavior of wheat en masse – Part I. Load response dependence on initial bulk density in moisture content. **Transactions of the ASAE**. v.32, n.1, p.194-202, 1989.
- MAROCO, J. **Análise estatística** – com utilização do SPSS. Lisboa: Ed. Sílabo, 2003.
- MAYOR, L.; CUNHA, R.L.; SERENO, A.M. Relation between mechanical properties and structural changes during osmotic dehydration of pumpkin, **Food Research International**, v.40, p. 448-460, 2007.
- MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.
- OLIVEROS-TASCON, C.E.; MONTOYA-RESTREPO, E.C.; AYALA, A.A. Efecto de la broca del café em la firmeza del grano em los estados de cereja, pergamino húmedo y pergamino seco. **Cenicafe**, v.53, p.25-33, 2002.
- PAN, Z.; TANGRATANAVALEE, W. Characteristics of soybeans as affected by soaking conditions. **Food Science Technology**, v.36, p.143-151, 2003.
- PRUSSIA, S.E.; CAMPBELL, D.T. Apparent modulus elasticity of maturing pecans. **Transactions of the ASAE**. v.28, n.4, p.1290-1296, 1985.
- RESENDE, O.; CORRÊA, RIBEIRO, D.M.; CORRÊA, P.C.; FIGUEIREDO NETO, A. Comportamento mecânico dos grãos de feijão submetidos a compressão, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.4, p. 404-409, 2007.
- RIBEIRO, D.M.; CORRÊA, P.C.; FURTADO, B.F.; GONELI, A.L.D.; RESENDE, O. Propriedades mecânicas dos grãos de soja em função do teor de água. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 27, n.2, p.493-500, 2007.
- ROCHA, R.H.C.; SILVA, E.O.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L. Observação dos tecidos internos do melão ‘Gália’, submetidos a injúrias mecânicas, por meio de tomografia de ressonância magnética nuclear. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa – MG, v.36, n.2, p.133-137, 2011.
- SANTOS, J.E.S.; CHITARRA, I.F.C. Relação entre a idade do cacho de banana ‘prata’ à colheita e a qualidade dos frutos após a colheita. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1475-1480, 1998.

SASAKI, F.F.; DEL AGUILA, J.S.; GALLO, C.R.; ORTEGA, E.M.M.; JACOBINO, A.P.; KLUGE, R.A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.170-174, 2006.

SPSS. INC., 14.0 for Windows Evaluation Version [Computer program]; SPSS. Inc., 2005.

SILVA, K.S. **Desidratação de abóbora (*Cucurbita moschata*) por métodos combinados**. 2009. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Campus de São José do Rio Preto – SP, 2009.

TELIS, V. R. N.; TELIS-ROMERO, J.; GABAS, A. L. Solids rheology for dehydrated food and biological materials. **Drying Technology**, 23, p.759–780, 2005.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M.R.; ABRAHÃO, R.F. **Embalagem para frutas e hortaliças**. In: Cortez, L.A.B.; Honório, S.L.; Moretti, C.L. Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.95-121, 2002.

WALDRON, K. W.; SMITH, A. C.; PARR, A. J.; NG, A.; PARKER, M. L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture. **Trends in Food Science and Technology**, v.8, n.7, p.213–221, 1997.

YAM TZEC, J.A.; VILLASENOR PEREA, C.A.; ROMANTCHIK KRIUCHKOVA, E.; SOTO ESCOBAR, M.; PENA PERALTA, M.A. Comportamiento de los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) sometidos a impacto. **Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias**, v. 20, n.1, pp. 57-61, 2011.

ZHANG, Q.; LI, Y; PURI, V.M.; MANBECK, H.B. Physical properties effect on stress-strain behavior of wheat en masse – Part II. Constitutive elastoplastic parameter dependence on initial bulk density and moisture content. **Transactions of the ASAE**, v.32, n.1, p.203-209, 1989.

CAPÍTULO 3

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM E DO LOCAL DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ABÓBORA 'Jacarezinho'



FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Influência da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Curcubita moschata* Duch).** Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola – Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas).

RESUMO

As condições de armazenamento são determinantes para garantia da qualidade fisiológica das sementes e, embora a sua qualidade não possa ser melhorada, boas condições durante este período contribuirão para mantê-las viáveis por um tempo mais longo, retardando o processo de deterioração. A manutenção da viabilidade das sementes de frutos carnosos através do armazenamento vem sendo uma das linhas de pesquisa mais importantes para as sementes de grande número de espécies. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência dos diferentes tipos de embalagens e ambientes, e do período de armazenamento sobre a germinação e vigor das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’. O trabalho foi conduzido no laboratório de sementes da Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE. As sementes foram acondicionadas em embalagens de papel e de plástico e mantidas em ambiente de laboratório e em câmara fria. As sementes foram armazenadas por zero, três, seis e doze meses após a instalação do experimento. Foram avaliados o teor de água, a germinação e o vigor das sementes. Dentre os principais resultados, pode-se constatar que é viável armazenar sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ durante doze meses, pois a dormência endógena é superada após este período de conservação. A embalagem de plástico foi considerada a mais adequada para o ambiente de laboratório nas condições climáticas de Petrolina - PE. Os maiores valores de germinação foram obtidos em embalagem de plástico com 95% para os doze meses e papel com 91% para os três meses de armazenamento. A análise de correlação entre o peso seco das sementes ($r = -0,80$) e o teste frio ($r = 0,76$) com a emergência de plântulas em campo foi significativa a 1% de probabilidade.

Palavras-chave: armazenamento, embalagem, qualidade fisiológica

FIGUEIREDO NETO, Acácio. **Influence of packaging and storage location on the physiological quality of pumpkin seeds 'Jacarezinho'**. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2012. (Doctor Thesis Essay in Agricultural Engineering – Storage and Processing of Agricultural Products).

ABSTRACT

The storage conditions are essential to ensuring the physiological seed quality, and although their quality can not be improved, good condition during this period will help to keep them viable for a longer time, delaying the process of deterioration. Maintaining the viability of seeds the fleshy fruits by storing has been one of the most important lines of research for the seeds of many species. Given the above, the present study was to evaluate the influence of different environments and types of packaging, and storage period on germination and vigor of pumpkin seeds 'Jacarezinho'. The study was conducted in the laboratory seed the Embrapa Semiarid in Petrolina - PE. The seeds were packed in paper and plastic and kept in a laboratory environment and in cold camera. The seeds were stored for zero, three, six and twelve months after the experiment. We evaluated the water content, germination and seed vigor. Among the main results, we can verify that it is feasible to store pumpkin seeds 'Jacarezinho' for twelve months as endogenous dormancy is broken after this retention period. Plastic packaging was considered most appropriate for the laboratory environment in the climatic conditions of Petrolina - PE for the period of twelve months. The highest germination values were obtained in plastic packaging with 95% for the twelve months and paper with 91% for the three months of storage. . Correlation analysis between the dry weight of seeds ($r = -0,80$) and the cold test ($r = 0,76$) with the emergence in the field was significant at 1% probability.

Keywords: storage, paking, physiological quality

6.1. INTRODUÇÃO

O sucesso da produção de hortaliças depende dentre outros aspectos, de aceitável estabelecimento de plântulas no campo, fator este diretamente relacionado com a germinação das sementes. A conservação correta das sementes é muito importante sob o ponto de vista econômico e social. Assim, sementes de alta qualidade e condições que permitam máxima uniformidade de plântulas é sem dúvida uma busca constante daqueles envolvidos na cadeia produtiva de hortaliças (ARAÚJO et al., 2011).

As cucurbitáceas ocupam um lugar de destaque na região Nordeste do Brasil, tanto pela área cultivada quanto pelo volume de produção, existindo cultivo expressivo em regime de chuva ou em condições irrigadas (TORRES, 2005).

Atualmente nesta região do país o cultivo das variedades locais de abóbora é o mais difundido e os frutos tem forte aceitação no mercado. As áreas de cultivo, quando comparadas com a do jerimum, são maiores e em alguns Estados da região, encontra-se plantio das duas espécies em uma mesma área. Nesta região predomina de uma forma ampla, dispersa e expressiva, o cultivo realizado com as variedades locais, comuns ou crioulas, cujas sementes que são secas e armazenadas em garrafas plásticas são mantidas tradicionalmente pelos produtores (RAMOS et al., 2010).

ALMEIDA et al. (1999) salientam que a qualidade da semente não é melhorada sob condições ótimas de armazenamento. As técnicas modernas de conservação permitem apenas prolongar a vida útil da semente durante o armazenamento; todavia, o processo de deterioração será mais acelerado quando a semente armazenada apresentar qualidade inicial baixa, explicado pelo fato das sementes pertencerem à categoria de produtos deterioráveis, mas não perecíveis.

Produzir sementes de hortaliças com alta qualidade requer muito esforço e técnicas especiais, visto que possuem alto valor agregado e os cuidados se estendem desde a escolha da área, passando por todas as fases da produção como de preparo do solo, semeadura, colheita, beneficiamento e secagem, até chegar na etapa que irá manter a qualidade ou favorecer a deterioração desta semente que é o armazenamento.

Após a obtenção da semente seca e limpa, existe a necessidade de manter a sua qualidade fisiológica, durante o armazenamento até a época de semeadura.

Quanto à tolerância a dessecação as sementes são classificadas em ortodoxas, recalcitrantes e intermediárias. As sementes ortodoxas toleram uma desidratação de até 5% no conteúdo de umidade, por sua parte, as sementes que toleram a desidratação entre 10 e 12% do conteúdo de umidade são consideradas intermediárias e as toleram a desidratação entre 15 e 50% de umidade se denominam recalcitrantes (GENTIL, 2001; MORAIS et al., 2009).

A principal característica fisiológica das sementes ortodoxas é sua grande tolerância à desidratação (BEWLEY e BLACK, 1994), característica que melhora sua viabilidade e potencial de armazenamento (NKANG, 2002).

Considerando-se que, ao serem colhidas, as sementes são desligadas da planta mãe, que até aquele momento era seu ambiente natural, passa então à responsabilidade do homem, a conservação das mesmas nas melhores condições durante todo esse período. Contudo, o armazenamento das sementes inicia-se algum tempo antes que seja realizada a operação de colheita, quando as sementes atingem o seu ponto da maturidade fisiológica, conforme POPINIGIS (1985), BEE e BARROS (1999) e NAKADA et al. (2010).

ARAUJO et al. (1982) estudaram a influência do período de armazenamento de frutos de abóbora de diferentes idades, verificando que as sementes dos frutos não armazenados apresentam maior germinação e vigor, em torno de 55 dias após a antese.

Segundo CASTELLANE et al. (1990) a longevidade da semente é, sobretudo, uma característica inerente à espécie. Entre as hortaliças, a cebola é exemplo de espécie de vida curta, ao passo que aipo, berinjela, melancia e abóbora constituem exemplos de espécies longevas e que a longevidade da semente pode ser ainda afetada pela umidade, temperatura e microrganismos associados a ela.

De acordo com TORRES (2005) a temperatura e a umidade relativa do ar são os principais fatores que influenciam na qualidade fisiológica da semente, em particular no vigor, durante o armazenamento. A umidade relativa do ar tem relação com o teor de umidade das sementes, o qual está estreitamente relacionado à viabilidade e qualidade fisiológica dessas sementes, enquanto a temperatura influencia a velocidade dos processos bioquímicos e interfere indiretamente no teor de umidade do produto e, conseqüentemente, no seu metabolismo. Desta forma, as melhores condições para a manutenção da qualidade das sementes armazenadas são baixa umidade relativa do ar e baixa temperatura, condições estas

que mantém o embrião em sua mais baixa atividade metabólica (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Na escolha da embalagem, devem ser consideradas as condições nas quais as sementes serão armazenadas (NASCIMENTO et al., 2006). O tipo de embalagem não interfere na qualidade das sementes de maxixe, durante o armazenamento por doze meses, tanto em condições ambientais quanto em câmara fria (TORRES et al., 2002). Já sementes de melancia mantêm sua qualidade fisiológica durante 12 meses, quando armazenadas em condições de câmara fria, independentemente do tipo de embalagem de acondicionamento (TORRES, 2005).

NOGUEIRA et al. (2001) ao estudarem embalagens e ambientes na conservação de sementes de aroeira (*Myracrodruon arundeuva*), observaram aumento na porcentagem de germinação quando as sementes foram armazenadas em embalagens de papel sob condições de ambiente. TEÓFILO et al. (2004) obtiveram manutenção da qualidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera*, quando acondicionadas em sacos de papel multifoliado e armazenadas em condições ambientais, por seis meses. Resultados semelhantes na pesquisa feita por MORAIS et al. (2009) com sementes de frutos carnosos de *Annona squamosa* detectaram que o armazenamento destas em saco de papel foi considerado o mais adequado, independente do ambiente.

Conforme NAKADA et al. (2010) o agronegócio de sementes de hortaliças é um setor de grande rentabilidade, principalmente, de sementes híbridas devido ao custo elevado inserido no processo de produção. Utilizar de mecanismos para manter estoque regulador é a melhor opção para conseguir melhores preços de mercado. Sendo assim o armazenamento torna-se uma etapa de grande importância no programa de produção de sementes.

De acordo com PEREIRA (1994), a principal preocupação durante o período de armazenamento é a preservação da qualidade das sementes, minimizando a velocidade do processo de deterioração. Esse processo é influenciado pelas condições fisiológicas iniciais das sementes, pela localização e severidade dos danos físicos, pelas condições do armazenamento (grau de umidade e temperatura), pelo tipo e a incidência de patógenos e pela atuação conjunta desses fatores podendo proporcionar diferenças de comportamento entre lotes de sementes armazenadas.

A escassez de pesquisas sobre técnicas de armazenamento de sementes de abóbora para região do Vale do São Francisco, torna praticamente impossível recomendar procedimentos corretos para sua conservação. Essa situação constitui-se em uma limitação

técnica para o desenvolvimento de programas de pesquisa em melhoramento e de produção e tecnologia de sementes, visando a sua difusão.

Assim, com este trabalho objetivou-se avaliar o comportamento das sementes de abóbora 'Jacarezinho' armazenadas durante doze meses em dois tipos de embalagens e em duas condições de ambiente de conservação.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análises de Sementes da Embrapa Semiárido e em casa de vegetação do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), durante o período de outubro de 2010 a outubro de 2011. Para isso, utilizaram-se sementes da variedade de abóbora ‘Jacarezinho’ (*Cucurbita moschata*), adquiridas no Mercado Produtor de Juazeiro, sendo os frutos comercializados pelos próprios produtores da região do pólo agrícola Juazeiro e Petrolina na safra do segundo semestre de 2010.

Preliminarmente foi feita a extração das sementes de 80 frutos da abóbora ‘Jacarezinho’. As sementes mais o material placentário foram separados em três lotes com aproximadamente 1,5kg cada. Em razão das sementes de abóbora serem envolvidas por um envelope gelatinoso, rico em pectina, chamado de mucilagem, foi necessário eliminar este envoltório. Essa mucilagem dificulta os processos de pós-colheita das sementes e pode facilitar o ataque de patógenos. A extração da mucilagem foi efetuada através dos tratamentos: lavagem com solução ácida (ácido clorídrico) a 15% do p.c.(produto comercial 37% de HCL) e lavagem com água (Figura 3.1A, 3.1B, 3.1C, 3.1D).

Para o acondicionamento e armazenamento das sementes foi feita uma avaliação do material por meio dos testes de germinação, vigor e determinação do teor de água e matéria seca, cujos dados obtidos foram tomados como resultado para o mês inicial do armazenamento, sendo considerado como testemunha. As sementes foram acondicionadas em dois tipos de embalagens: sacos de papel (tipo Kraft) e recipientes plásticos (tereftalato de polietileno) sendo denominados respectivamente de (PP) e (PL). Em seguida foram colocadas em dois locais de armazenamento: ambiente de laboratório e câmara fria com 10 °C e 40-45% UR, sendo denominadas respectivamente de (AMB) e (CF), para serem avaliadas durante doze meses (Figura 3.1E, 3.1F).

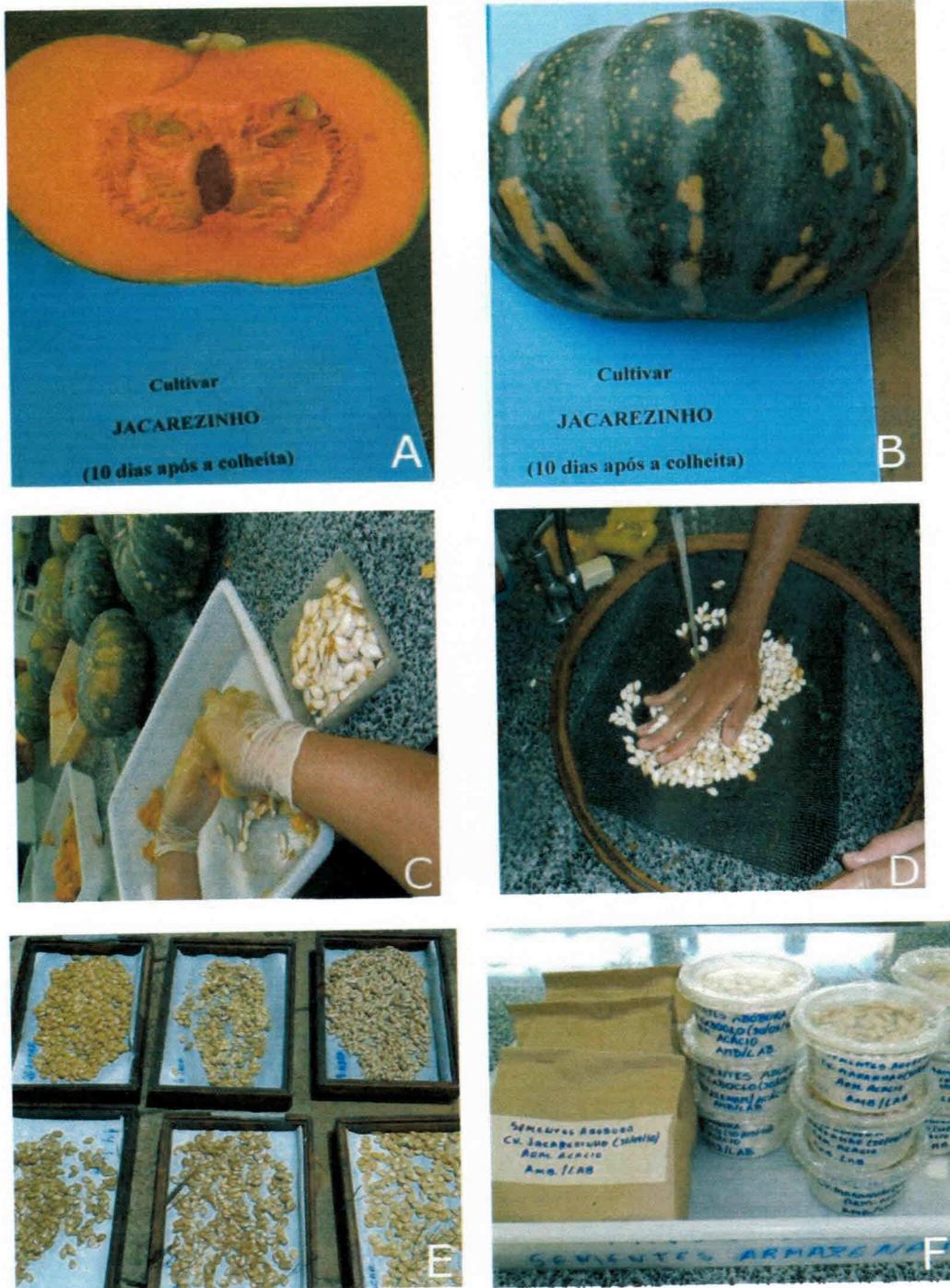


FIGURA 3.1. Abertura do fruto da abóbora (A e B), extração das sementes (C e D), secagem e acondicionamento na embalagem de papel e plástico com teores de água adequados para serem armazenadas. Petrolina – PE, 2010.

Os dados médios (máximo e mínimo) de temperatura e umidade relativa do ar registrados no laboratório durante o período de armazenamento estão na Tabela 3.1.

TABELA 3.1. Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar, registradas no laboratório durante o armazenamento das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’. Embrapa Semiárido, Petrolina – PE, 2011.

Meses	Temperatura (°C)		Umidade Relativa do ar (%)	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
Outubro /2010	28	26	32	30
Novembro	27	25	30	28
Dezembro	28	25	30	29
Janeiro / 2011	30	28	62	57
Fevereiro	28	26	40	36
Março	27	25	36	33
Abril	29	25	36	34
Maiο	26	25	52	48
Junho	26	24	58	50
Julho	25	24	56	51
Agosto	27	24	59	55
Setembro	26	24	53	48
Outubro	26	25	35	33



Os parâmetros usados para a avaliação da qualidade das sementes foram: teor de água, germinação, teste de frio, emergência em campo de plântulas, peso de matéria seca, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência.

Teor de água – realizado com quatro subamostras (repetições) de 5 gramas de sementes por tratamento, pelo método estufa 105±3 °C, durante 24 horas, de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem.

Germinação - conduzida com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em rolo de papel toalha Germitest, umedecido com água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato

seco, acondicionadas em sacos plásticas transparentes e mantidas em germinador sob temperatura de 25 °C. As avaliações foram realizadas diariamente até o oitavo dia após a semeadura, determinando-se a percentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Teste de frio – foram utilizadas quatro repetições com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento. As sementes foram semeadas em rolos de papel “germitest”, umedecido com água destilada, na proporção de 2,5 vezes em relação ao peso do papel seco, e mantido em câmara fria por sete dias regulada aos 10 °C. Transcorrido esse período, os rolos foram transferidos para incubadora BOD regulado aos 25°C. As avaliações foram realizadas segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas diariamente até o oitavo dia após a semeadura, determinando-se a percentagem de plântulas normais.

Emergência em campo de plântulas (EC) - quatro repetições de 50 sementes foram semeadas a 0,5 cm de profundidade em bandejas plásticas contendo areia lavada e esterilizada e umedecida a 60% da capacidade de retenção. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação telada a 70% à temperatura média de 28 °C, sendo feitas contagens diárias do número de plântulas emersas até o oitavo dia (MAGUIRE, 1962).

Peso da matéria seca das sementes – determinado em duas repetições de 30 sementes com base no resultado final das sementes após secagem a 105 ± 3 °C, durante 24 horas (BRASIL, 2009), sendo os resultados expressos em $\text{g} \cdot 30 \text{ sementes}^{-1}$.

Condutividade elétrica - utilizaram-se quatro repetições de 25 sementes, que foram pesadas e colocadas para embeber em copos plásticos contendo 75 mL de água destilada e mantidas em incubadora BOD a 30 °C por quatro horas (VIEIRA, 1994). As leituras foram feitas em condutímetro e os resultados expressos em $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ de sementes.

Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) - quatro repetições de 50 sementes foram semeadas seguindo-se o mesmo procedimento adotado para o teste de germinação, contando-se diariamente o número de plântulas até o oitavo dia de semeadura.

Procedimento estatístico - o experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, analisado num esquema fatorial de $3 \times 2 \times 2$: três períodos de armazenamento (3, 6 e 12 meses), duas condições de ambiente de armazenamento (câmara fria e ambiente de laboratório), e dois tipos de embalagens (plástico e papel). Os dados não foram transformados, por terem atendido às pressuposições dos testes de normalidade e de homogeneidade. Em seguida, foram submetidos à análise de variância, e a comparação entre a qualidade fisiológica das sementes

de abóbora ‘Jacarezinho’ para as duas condições de armazenamento e os dois tipos de embalagem durante 12 meses, foi efetuada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados obtidos experimentalmente foram avaliados através do programa computacional Assistat, versão 6.5 (SILVA e AZEVEDO, 2002). Posteriormente, calcularam-se os coeficientes de correlação simples de Pearson (r) para todas as combinações entre os testes de avaliação da qualidade das sementes armazenadas, em que a significância dos valores de r foi determinada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, os efeitos dos fatores embalagem, ambiente, período de armazenamento e interações duplas, foram significativos (Tabela 3.2 em anexo).

Nas Tabelas 3.3 e 3.4 encontram-se os resultados das determinações do teor de água, e dos respectivos testes de germinação e vigor (teste de frio, emergência das plântulas, peso da matéria seca, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência) das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’, analisadas em três épocas, submetidas ao armazenamento em diferentes embalagens e condições ambientais.

Pelos resultados da determinação do teor de água das sementes durante o armazenamento, pôde-se verificar que não houve grandes variações, pois mesmo nas sementes que foram armazenadas em embalagem de papel essa variação foi menor do que 2% durante os doze meses. No caso das sementes mantidas em condições de laboratório, essas apresentaram oscilações em função dos ganhos e perdas da umidade relativa do ar e da temperatura nesse ambiente (Tabela 3.3).

TABELA 3.3. Teor de água (%) das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ armazenadas durante doze meses em diferentes embalagens e condições ambientais. Petrolina – PE, 2011.

Condição		Tempo (meses)		
Ambiente	Embalagem	3	6	12
Teor de água (%)				
CF	PL	7,23 Ab*	7,35 Ab	7,36 Ab
CF	PP	9,91 Aa	9,53 Ba	9,70 ABa
AMB	PL	7,07 Ab	7,11 Ab	7,28 Ab
AMB	PP	7,08 Ab	7,12 Ab	6,61 Bc
	Média	7,78 α	DMS coluna	0,36
	Testemunha	6,00 β	DMS linha	0,33

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras gregas indicam diferença a 5%. Legenda: CF – Câmera fria; AMB – Ambiente; PL – Plástico; PP – Papel.

A influência das condições do ambiente foi melhor observada na avaliação realizada aos três meses, o qual, na Tabela 3.1, corresponde ao mês de janeiro, período de maior umidade relativa do ar. Nessa época, as sementes no ambiente de laboratório apresentaram maior capacidade higroscópica, principalmente para embalagem de papel quando comparado com a testemunha.

Independente do ambiente de armazenamento, a variação do teor de água das sementes nas embalagens, para cada época estudada, foi sempre inferior a 1% a qual é aceitável inclusive entre as repetições da mesma amostra, conforme prescrevem as RAS (BRASIL, 2009). Na embalagem plástica, as sementes tiveram comportamento parecido durante todo tempo de armazenamento, levando a crer que a semente atingiu o equilíbrio higroscópico, enquanto que para a embalagem papel em ambiente de laboratório após o sexto mês perdeu um pouco de água.

Na Tabela 3.4, verificam-se os resultados dos testes de germinação e vigor (teste de frio, emergência das plântulas, peso da matéria seca, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência) das sementes de abóbora, analisadas em três épocas, submetidas ao armazenamento em diferentes embalagens e condições ambientais.

Para porcentagem de germinação verificou-se interação significativa entre o tempo e a condição de armazenamento. No início do armazenamento a germinação foi de 97%. Observou-se redução da porcentagem de germinação das sementes de abóbora 'Jacarezinho' ao longo do tempo de armazenamento.

A ocorrência de aumento do poder germinativo das sementes armazenadas em condições de ambiente para as embalagens de plástico, quando comparadas ao tempo inicial (testemunha), deve-se provavelmente, a alguma substância responsável pelo processo de dormência superada pelo armazenamento, fato que coincide com as observações de POPINIGIS (1985) ao ressaltar que a qualidade das sementes não melhora durante o armazenamento, a não ser quando se trata de sementes com fenômeno de dormência (Tabela 3.4).

Ainda verificando os resultados dos testes de germinação, constata-se de forma geral, uma diminuição média de 23% na porcentagem de plântulas normais no final dos doze meses de armazenamento, exceto para condição de ambiente de laboratório na embalagem plástica que obteve 95% de germinação no décimo segundo mês. Por esse resultado infere-se, provavelmente, ter ocorrido uma superação da dormência fisiológica das sementes de abóbora 'Jacarezinho' para esta condição ao longo do armazenamento. Poucas referências foram encontradas na literatura para as cucurbitáceas a respeito de dormência pós-colheita, entretanto, YOKOYAMA e SILVA JÚNIOR (1988) como também TORRES et al. (2002) informam que as sementes dessa espécie apresentam dormência fisiológica foto e termoblástica, a qual é superada pela ausência de luz e de altas temperaturas.

TABELA 3.4. Resultados médios de germinação e vigor (teste de frio, emergência das plântulas, peso seco, condutividade elétrica e índice de velocidade de emergência) de sementes de abóbora armazenadas durante doze meses em diferentes embalagens e condições ambientais. Petrolina – PE, 2011.

Condição		Tempo (meses)		
Ambiente	Embalagem	3	6	12
Germinação (%)				
CF	PL	78,0 Ad	60,5 Ba	76,0 Ab
CF	PP	87,0 Ab	51,5 Cb	79,0 Bb
AMB	PL	83,0 Bc	52,5 Cb	95,0 Aa
AMB	PP	91,0 Aa	58,5 Ca	77,5 Bb
	Média	74 β	DMS coluna	3,83
	Testemunha	97 α	DMS linha	3,47
Teste frio (%)				
CF	PL	90,0 ABa	87,5 Ba	91,5 Ab
CF	PP	92,0 Ba	80,0 Cb	95,5 Aa
AMB	PL	87,0 Ab	76,5 Bc	86,0 Ac
AMB	PP	87,0 Ab	82,5 Bb	78,0 Cd
	Média	86 β	DMS coluna	2,89
	Testemunha	97 α	DMS linha	2,62
Emergência (%)				
CF	PL	54,0 Cb	72,0 Bc	94,0 Aa
CF	PP	63,0 Ca	78,0 Bb	92,5 Aa
AMB	PL	62,0 Ca	72,5 Bc	85,0 Ab
AMB	PP	45,5 Bc	83,5 Aa	81,0 Ac
	Média	73 β	DMS coluna	3,88
	Testemunha	85 α	DMS linha	3,53
Peso seco (g)				
CF	PL	3,98 Aab	3,84 ABa	3,69 Ba
CF	PP	3,91 Aab	3,89 Aa	3,62 Ba
AMB	PL	3,73 ABb	3,91 Aa	3,56 Ba
AMB	PP	4,12 Aa	3,94 ABa	3,79 Ba
	Média	3,83 β	DMS coluna	0,29
	Testemunha	5,56 α	DMS linha	0,26
Condutividade elétrica ($\mu\text{Scm}^{-1}\text{g}^{-1}$)				
CF	PL	157,6 Aa	149,2 Aa	147,2 Aa
CF	PP	151,5 Aa	133,0 Ba	138,4 ABa
AMB	PL	155,5 Aa	147,3 Aa	148,5 Aa
AMB	PP	113,4 Ab	108,0 Ab	119,8 Ab
	Média	139,1 α	DMS coluna	16,70
	Testemunha	44,6 β	DMS linha	15,15
IVE				
CF	PL	15,21 Ab	5,09 Bb	5,78 Ba
CF	PP	15,09 Ab	5,50 Bb	5,25 Ba
AMB	PL	19,96 Aa	4,62 Bb	5,81 Ba
AMB	PP	18,99 Aa	7,34 Ba	5,87 Ca
	Média	9,54 β	DMS coluna	1,37
	Testemunha	21,42 α	DMS linha	1,25

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letras gregas indicam diferença a 5%. Legenda: CF – Câmara fria; AMB – Ambiente; PL – Plástico; PP – Papel.



Pelos resultados, observa-se a influência da atmosfera sobre a conservação das sementes e, sendo a escolha de embalagens apropriadas fator essencial na manutenção da viabilidade por algum tempo, a qualidade e o teor de água inicial da semente, a temperatura e a interação entre a embalagem, o tempo e o ambiente, são fatores que atuam sobre a qualidade fisiológica das sementes armazenadas.

No teste frio, observa-se que, nas sementes armazenadas em condições de câmara fria e ambiente de laboratório independente da embalagem praticamente não houve diferença até o terceiro mês, diferentemente do comportamento das sementes armazenadas durante doze meses acondicionadas no ambiente de laboratório embalada em papel que obtiveram apenas 78 % de plântulas normais (Tabela 3.4). Para este teste a melhor condição de armazenamento foi de câmara fria com a embalagem de papel.

Com relação aos dados de emergência das plântulas em campo observa-se que apresentaram resultados semelhantes para os diferentes tratamentos, exceto para os valores encontrados na avaliação aos doze meses de armazenamento das sementes de abóbora, em que as embalagens de plástico e papel, ambos em ambiente de laboratório, apresentaram diferença significativa, onde se assemelha com dados de TORRES et al. (2002) para sementes de maxixe armazenadas.

Incrementos na qualidade fisiológica de sementes acondicionadas em sacos de papel sob condições ambientais têm sido detectados em vários trabalhos. Esse aumento na germinação das sementes de pinha ao longo do tempo de armazenamento também foi relatado por DORNELLES et al. (2002), avaliando o potencial de germinação de sementes de anonáceas, incluindo pinha, verificaram aumento gradativo do índice de velocidade de germinação e da porcentagem de germinação até os três meses. De acordo com estes autores, este comportamento das sementes de pinha foi devido a presença de dormência nas sementes que possivelmente foi superada durante o período de armazenamento.

Os resultados do teste de peso da matéria seca das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’, nas quatro épocas de avaliação, praticamente só apresentaram diferença significativa após os doze meses de armazenamento para os dois tipos de embalagens e as dois locais de armazenamento. Dentro do décimo segundo mês não houve diferença significativa entre as condições de armazenamento (Tabela 3.4). Segundo VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999) o recomendável é que o teor de água das sementes seja semelhante entre tratamentos ou lotes, obtendo dessa forma, resultados confiáveis de diferença de vigor.

Ao analisar os dados do teste de condutividade elétrica, evidenciou-se significância para os efeitos individuais de tempo de armazenamento, do local e da embalagem, assim como para interação local e embalagem (Tabela 3.2, em anexo).

Nas três épocas de avaliação, não apresentaram diferenças significativas para as diversas embalagens e ambientes de armazenamento. Entretanto, mesmo não diferindo estatisticamente, observa-se que as sementes provenientes da câmara fria lixiviaram maior quantidade de eletrólitos que as de laboratório. Esse fato ocorreu possivelmente por causa da maior desorganização dos sistemas de membranas das células dessas sementes quando comparadas com as de ambiente de laboratório (Tabela 3.4). Resultados com a mesma tendência foram encontrados por TORRES et al. (2002) para sementes de maxixe.

Verificou-se o valor da testemunha de $44,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de lixiviação de solutos antes do armazenamento tendo um aumento no terceiro mês de armazenamento para a faixa de 113,4 a $157,6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ dependendo da condição, indicando deterioração dos sistemas de membranas, diminuindo a velocidade de reestruturação das mesmas, com conseqüente perda do vigor ao longo do armazenamento, resultados com a mesma tendência dos encontrados por NAKADA et al. (2010) para pepino. Além disso, segundo SANTOS et al. (2005), a exsudação dos constituintes celulares está diretamente associada com a perda de vigor, e que, além da causa citada por NAKADA et al. (2010), pode haver descompartimentalização dos constituintes celulares podendo constituir excelente substrato para o desenvolvimento de microrganismos.

TORRES (2005) ao avaliar a qualidade de sementes de melancia armazenadas em condições ambiente e câmara fria, por 12 meses, verificou aumento nas leituras da condutividade elétrica a partir do oitavo mês, destacando o processo deteriorativo.

De acordo com MARTINS et al. (2002) e ALMEIDA et al. (2010), pesquisas realizadas com sementes de olerícolas, como feijão-de-vagem, quiabo, pimentão e melancia têm demonstrado que o decréscimo na germinação e no vigor é diretamente proporcional ao aumento da concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição.

Estes resultados confirmam dados obtidos para outras espécies, particularmente de hortaliças, em que o teste de condutividade elétrica não foi eficiente para a separação dos lotes de sementes de cebola e abobrinha conforme LIMA (1993) e DUTRA (2006) respectivamente.

No início do armazenamento (Tabela 3.4), o índice de velocidade de emergência das sementes de abóbora 'Jacarezinho' foi superior aquela submetida às condições de

armazenamento. Para essa variável houve comportamento semelhante ao observado nas anteriores, diferindo apenas com relação ao tempo de armazenamento, onde houve redução desse índice a partir de aproximadamente seis meses, confirmando os resultados encontrados por NAKADA et al. (2010) quando estudava o armazenamento de sementes de pepino.

De acordo com a Tabela 4 verifica-se diferença significativa, entre as embalagens e as condições de armazenamento, onde houve desempenho superior das sementes localizadas na condição de ambiente nos primeiros três meses.

Resultados semelhantes foram verificados por VEIGA (2007), ao avaliar sementes de cafeeiro submetidas a diferentes métodos de secagem, quando observou que a partir do quarto mês de armazenamento, os valores de IVE foram reduzidos substancialmente. Esse autor justificou essa queda de qualidade à presença de radicais livres em sementes sensíveis à dessecação, uma vez que durante o processo de secagem, há acúmulo de radicais livres. Vale ressaltar que a semente de abóbora tolera a dessecação, e apesar disso, ao longo do armazenamento pode haver a formação de radicais livres, contribuindo para o processo de deterioração.

A análise da correlação entre os resultados do armazenamento durante os doze meses (Tabela 3.5) sugere que os testes de germinação ($r = 0,46$) e emergência em campo ($r = -0,47$), correlacionaram-se significativamente com o índice de velocidade de emergência, e que também houve correlação entre o peso seco das sementes ($r = -0,80$) e o teste frio ($r = 0,76$) com a emergência de plântulas em campo a 1% de probabilidade. Ainda percebe-se que o teste frio ($r = -0,80$) e o teor de água ($r = -0,27$) correlacionaram-se com o peso seco, sendo o primeiro a 1% e o segundo a 5% de probabilidade, e que apenas as avaliações da condutividade elétrica não se correlacionou com esse mesmo teste.

TABELA 3.5. Coeficientes de correlação simples de Pearson (r) estimados entre os testes de avaliação da qualidade fisiológica¹ das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ durante o armazenamento. Petrolina – PE, 2011.

Testes	TA	CDT	TFR	PS	EMG	GER	IVE
TA	1						
CDT	0,19	1					
TFR	0,20	- 0,01	1				
PS	- 0,27 (*)	- 0,22	- 0,80 (**)	1			
EMG	0,24	0,09	0,76 (**)	- 0,80 (**)	1		
GER	- 0,10	0,10	0,36	- 0,18	0,02	1	
IVE	- 0,23	0,09	0,40	0,20	- 0,47(**)	0,46(**)	1

* Correlação é significativa a 5% de probabilidade.

** Correlação é significativa a 1% de probabilidade.

¹TA = Teor de água; CDT = Condutividade elétrica; TFR = Teste de frio; PS = Peso seco de sementes; EMG = Emergência em campo; GER = Germinação; IVE = Índice de velocidade de emergência.

Os resultados da correlação significativa e positiva entre o teste de frio e a emergência das plântulas em campo assemelham-se com os resultados obtidos por TORRES et al. (1999), em trabalho conduzido com lotes de sementes de maxixe, em que os autores relataram que este teste foi o que apresentou os maiores valores de correlação com a emergência das plântulas em campo, resultados semelhantes foram reportados por PIANA et al. (1995), trabalhando com a avaliação da qualidade das sementes e sua relação com a obtenção de mudas mais vigorosas de cebola.

Na Figura 3.2 verifica-se através do dendograma a confirmação das correlações encontradas na Tabela 5, evidenciando a formação de dois grandes grupos que se interagem. O primeiro grupo é formado das correlações entre o teor de água, o peso seco das sementes e o índice de velocidade de emergência. O segundo na escala um pouco maior é formado pelos testes de frio, germinação e emergência de plântulas em campo. Ainda avaliando esta análise multivariada verifica-se que o teste de condutividade elétrica exerce uma pequena influência sobre o segundo grupo (teste frio, germinação e emergência), que se torna praticamente com baixa semelhança por está na escala de 15.

***** H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S *****

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

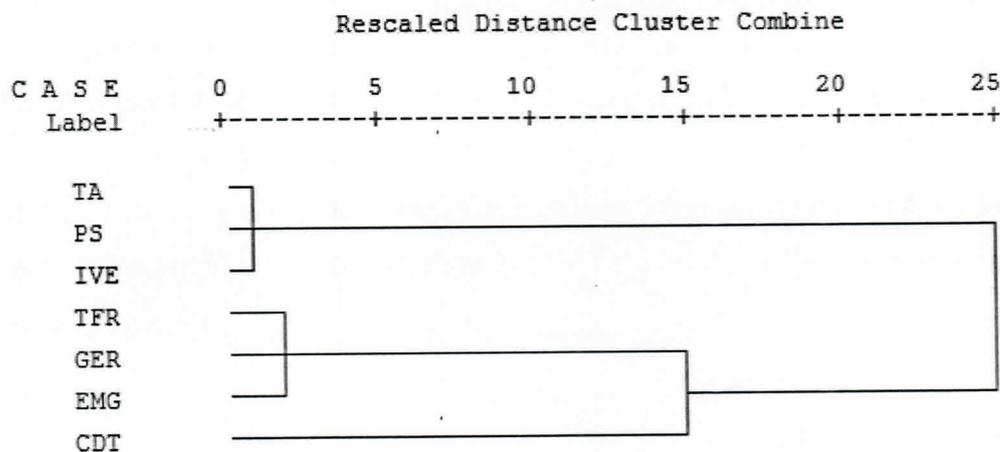


FIGURA 3.2. Dendograma de relações hierárquicas entre as variáveis de teor de água (TA), peso seco de sementes (PS), índice de velocidade de emergência (IVE), teste frio (TFR), germinação (GER), emergência (EMG) e condutividade elétrica (CDT) das sementes de abóbora armazenadas durante doze meses. Petrolina – PE, 2011.

6.4. CONCLUSÕES

Nas condições que foi realizado este trabalho pode-se concluir que o ambiente de laboratório é eficiente no armazenamento das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ até um ano.

A qualidade fisiológica referente a germinação da semente de abóbora ‘Jacarezinho’ foi influenciada pela condição e pelo tempo de armazenamento, tendo a embalagem plástico na condição de ambiente se apresentado como a melhor condição para doze meses de conservação.

A germinação das sementes para ambiente de câmara fria foi reduzido ao longo do armazenamento em 3 pontos percentuais para embalagem de plástico e 9 pontos percentuais para embalagem de papel.

A condutividade elétrica aumentou quando comparada com a testemunha para todas as condições de armazenamento, diferenciando significativamente apenas para condição de ambiente de laboratório e papel com o valor médio de $113,7 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$.

As sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ requerem um período de um ano de armazenamento para uma emergência acima de 92% e 81% nas condições de câmara fria e ambiente, respectivamente.

Os testes de peso seco das sementes e o de emergência de plântulas em campo são mais consistentes na separação das avaliações para o armazenamento adequado, e apresentam os maiores níveis de correlação com o teste de frio.

6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A.S.; PINTO, J.F.; DEUNER, C.; VILLELA, F.A. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de melancia. **Revista FZVA**, v.17, n.1, p.68-77, 2010.
- ALMEIDA, F.A.C.; FONSECA, K.S.; GOUVEIA, J.P. Influência da embalagem e do local de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, n.2, p.195-201, 1999.
- ARAÚJO, P.C.; TORRES, S.B.; BENEDITO, C.P.; PAIVA, E.P. Condicionamento fisiológico e vigor de sementes de maxixe. **Revista Brasileira de Sementes**, v.33, n.3, p.482-489, 2011.
- ARAÚJO, E.F. MANTOVANI, E.C.; SILVA, R.F. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de Sementes**, v.4, n.1, p.77-87, 1982.
- BEE, R.A.; BARROS, A.C.S.A. Sementes de abóbora armazenadas em condições de vácuo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, p.120-126, 1999.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology o development and germination**. Plenum Press, New York, USA, 445p. 1994.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CASTELLANE, P.D.; NICOLSI, W.M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1990. 249p.
- DORNELLES, A.L.C.; LIMA, A.R.; CAMPOS, V.C. Avaliação do potencial de armazenamento de sementes de *Annona crassiflora* Mart., *Annona muricata* L., e *Annona squamosa* L. **Anais do 17º Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Belém, Brasil, CD-Rom, 2002.
- DUTRA, A.S. Teste de condutividade elétrica para avaliação do vigor de sementes de abobrinha. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.2, p.117-122. 2006.
- GENTIL, D.F.O. Conservação de sementes do cafeeiro: Resultados discordantes ou complementares? **Bragantia**, v.60 n.3, p.149-154, 2001.
- LIMA, D. **Avaliação da viabilidade e vigor de sementes de cebola** (*Allium cepa*). Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, 1993. 61p.

- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962
- MORAIS, O.M.; OLIVEIRA, R.H.; SANTOS, V.B.; SILVA, J.C.G. Armazenamento de sementes de *Annona squamosa* L. **Revista Biotemas**, v.22, n.4, p.33-44, 2009.
- NASCIMENTO, W.M.; PEREIRA, R.S.; FREITAS, R.A.; BLUMER, L.; MUNIZ, M.F.B. Colheita e armazenamento de sementes de coentro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p.1793-1801, 2006.
- NAKADA, P.G.; OLIVEIRA, J.A.; MELO, L.C.; SILVA, A.A.; PERINA, F.J. Desempenho durante o armazenamento de sementes de pepino submetidos a diferentes métodos de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.042-051, 2010.
- NKANG, A. Carbohydrate composition during seed development and germination in two sub-tropical rainforest tree species. **Journal of Plant Physiology**, v.159, n.5, p.473-483, 2002.
- NOGUEIRA, E.S.; WANDERLEI, J.M.; PINA-RODRIGUES, F.C.M.; SANTOS, A.L. Efeito da embalagem e do produto de armazenamento da germinação de sementes de ipê cinco chagas (*Sparattosperma leucathum*). **Informativo ABRATES**, v.11, n.2, p.9-11, 2001.
- PEREIRA, G.F.A. Fungos de armazenamento em lotes de sementes de soja descartados no estado de Minas Gerais na safra 1989/90. **Revista Brasileira de Sementes**, v.6, n.2, p.216-219, 1994.
- PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.2, p.149-153, 1995.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.
- RAMOS, S.R.R.; LIMA, N.R.S.; ANJOS, J.L.; CARVALHO, H.W.L. **Aspectos técnicos do cultivo da abóbora na região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. Série Documentos, 36p.
- SANTOS, C.M.R.; MENEZES, N.L.; VILLELA, F.A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.27, n.1, p.104-114, 2005.
- SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.1, p.71-78, 2002.
- TEÓFILO, E.M.; SILVA, S.O.; BEZERRA, A.M.E.; MEDEIROS FILHO, S.; SILVA, F.D.B. Qualidade fisiológica de sementes de aroeira (*Myracrodruom urundeuva*) em função do tipo de embalagem, ambiente e tempo de armazenamento. **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.2, p.371-376, 2004.

TORRES, S.B. Qualidade de sementes de melancia armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v.36, n.2, p.163-168, 2005.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; QUEIROZ, M.A. Qualidade de sementes de maxixe armazenadas em diferentes embalagens e ambientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.539-544, 2002.

TORRES, S.B.; SILVA, M.A.S.; CARVALHO, I.M.S.; QUEIROZ, M.A. Correlação entre testes de vigor em sementes de maxixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1075-1080, 1999.

VEIGA, A.D. Tolerância de sementes de soja à dessecação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.773-780, 2007.

VIEIRA, R.D. **Teste de condutividade elétrica**. In: Vieira, R.D.; Carvalho, N.M. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.4-26.

YOKOYAMA, S.; SILVA JÚNIOR, A.A. Maxixe: uma hortaliça pouco conhecida. **Agropecuária Catarinense**, v.1, n.3, p.12-13, 1988.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As sementes da abóbora ‘Jacarezinho’ possuem um expressivo valor econômico e, dependendo das circunstâncias, podem permanecer no ambiente de armazenamento por períodos que variam de dias a meses, o que justifica a utilização de técnicas adequadas de armazenamento para preservar a qualidade dos frutos e das sementes.

Por ser considerado um fruto climatérico o tempo ideal para colheita e transporte da abóbora ‘Jacarezinho’ é de 30 á 40 dias após a antese.

A utilização de embalagens de papel e o acondicionamento em ambiente de laboratório (condições climáticas de Petrolina, PE) são as mais adequadas, onde mostrou-se superior as condições de câmara fria para as sementes em estudo.

Com relação à sementeira das sementes de abóbora em campo o produtor pode guardar sua semente com baixo teor de água e armazená-la por um período de doze meses para utilizar na próxima safra sabendo que a dormência do tipo endógena será superada para variedade de sementes de abóbora ‘Jacarezinho’.

Na busca de melhorias nos atuais níveis de produtividade e redução nos custos de produção desta cucurbitácea no Brasil, produtores e empresas agrícolas estão à procura de novas tecnologias que possam ser incorporadas ao sistema de produção de sementes e mudas, como por exemplo, o tempo correto de maturação, a resistência do fruto para uma colheita e transporte mais adequado, e a condição mais favorável para o armazenamento destas sementes no semiárido com a finalidade de obter uma qualidade de sementes garantidas, com o máximo de germinação e vigor.

Espera-se que este trabalho de sistematização da área de tecnologia do fruto e da semente, seja de grande valia e respaldo para aqueles interessados na melhoria da agricultura familiar no Brasil, principalmente na região Nordeste.

ANEXOS

Anexo Capítulo 2

TABELA 2.2. Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 2,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 2,5 mm				
	Média (Newton)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	116,80 a	2,43	2,08	113,79	119,82
30	279,63 b	3,07	1,10	275,82	283,44
40	263,83 c	4,48	1,70	258,27	269,39
50	368,95 e	4,61	1,25	363,23	374,67
60	324,29 d	3,92	1,21	319,43	329,16

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.3. Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 5,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 5,0 mm				
	Média (Newton)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	116,80 a	2,43	2,08	113,79	119,82
30	525,60 b	5,43	1,03	518,86	532,35
40	528,35 c	6,14	1,16	520,72	535,98
50	724,85 e	9,09	1,25	713,56	736,13
60	637,59 d	8,27	1,30	627,32	647,86

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.4. Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 7,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 7,5 mm				
	Média (Newton)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	433,53 a	4,48	1,03	427,97	439,10
30	733,78 b	3,92	0,53	728,92	738,65
40	770,88 c	7,12	0,92	762,04	779,73
50	1025,80 e	7,10	0,69	1016,98	1034,62
60	946,77 d	8,27	0,87	936,50	957,04

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.



TABELA 2.5. Médias estatísticas de força (N) proporcionais à deformação de 10,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 10,0 mm				
	Média (Newton)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	590,19 a	3,76	0,64	585,52	594,86
30	913,11 b	4,48	0,49	907,54	918,67
40	1027,16 c	6,85	0,67	1018,65	1035,67
50	1341,84 e	7,93	0,59	1332,00	1351,68
60	1260,78 d	8,75	0,69	1249,92	1271,64

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.6. Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 2,5 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 2,5 mm				
	Média Ep (MPa)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	1,17 a	0,03	2,56	1,13	1,21
30	2,58 b	0,03	1,16	2,53	2,62
40	2,40 c	0,05	2,08	2,34	2,45
50	3,31 e	0,04	1,21	3,27	3,36
60	2,83 d	0,04	1,41	2,79	2,89

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.7. Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 5,0 mm para frutos de abóboras ‘Jacarezinho’ em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 5,0 mm				
	Média Ep (MPa)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	1,17 a	0,03	2,56	1,14	1,21
30	4,87 b	0,04	0,82	4,81	4,92
40	4,80 c	0,06	1,25	4,72	4,88
50	6,53 d	0,07	1,07	6,44	6,62
60	5,57 e	0,08	1,44	5,47	5,67

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.8. Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 7,5 mm para frutos de abóboras 'Jacarezinho' em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 7,5 mm				
	Média Ep (MPa)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	4,41 a	0,06	1,36	4,33	4,49
30	6,79 b	0,05	0,74	6,73	6,85
40	7,02 c	0,08	1,14	6,93	7,12
50	9,28 e	0,04	0,43	9,22	9,33
60	8,29 d	0,08	0,97	8,19	8,38

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

TABELA 2.9. Médias estatísticas do módulo proporcional de deformidade (MPa) proporcionais à deformação de 10,0 mm para frutos de abóboras 'Jacarezinho' em diversos estádios de maturação. Juazeiro – BA, 2011.

Maturidade em Dias	Frutos de Abóbora – Deformidade = 10,0 mm				
	Média Ep (MPa)	Desvio Padrão (±)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (95 %)	
				Mínimo	Máximo
15	6,07 a	0,04	0,66	6,02	6,13
30	8,42 b	0,05	0,59	8,36	8,49
40	9,36 c	0,07	0,75	9,27	9,45
50	12,08 e	0,08	0,66	11,99	12,18
60	11,01 d	0,08	0,73	10,92	11,11

Médias seguidas de letras diferentes entre linhas, indicam diferença significativa com $p \leq 5\%$ pelo teste de Tukey.

Anexo Capítulo 2

Rotina de Trabalho para Análise no Programa SPSS 14 para os dados da compressão dos frutos de abóbora 'Jacarezinho'

Descriptives Deformidade = 2,5 %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Força.N	15.00	5.00	116.80	2.43	1.09	113.79	119.82	113.37	120.24
	30.00	5.00	279.63	3.07	1.37	275.82	283.44	274.82	281.69
	40.00	5.00	263.83	4.48	2.00	258.27	269.39	257.65	267.95
	50.00	5.00	368.95	4.61	2.06	363.23	374.67	364.14	374.45
	60.00	5.00	324.29	3.92	1.75	319.43	329.16	319.48	329.79
	Total	25.00	270.70	87.08	17.42	234.76	306.64	113.37	374.45
E.Pascal	15.00	5.00	1.17	.03	.01	1.14	1.21	1.13	1.21
	30.00	5.00	2.58	.03	.01	2.54	2.63	2.53	2.62
	40.00	5.00	2.40	.05	.02	2.34	2.46	2.34	2.45
	50.00	5.00	3.31	.04	.02	3.26	3.36	3.27	3.36
	60.00	5.00	2.83	.04	.02	2.79	2.88	2.79	2.89
	Total	25.00	2.46	.73	.15	2.16	2.76	1.13	3.36

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Força.N	1.500	4	20	.240
E.Pascal	1.091	4	20	.388

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Força.N	Between Groups	181683.5	4	45420.876	3155.159	.000
	Within Groups	287.915	20	14.396		
	Total	181971.4	24			
E.Pascal	Between Groups	12.702	4	3.175	2230.306	.000
	Within Groups	.028	20	.001		
	Total	12.730	24			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Força.N	Welch	4131.295	4	9.830	.000
E.Pascal	Welch	2879.256	4	9.884	.000

a. Asymptotically F distributed.

Força.N

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	116.8020				
40	5		263.8300			
30	5			279.6300		
60	5				324.2920	
50	5					368.9500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

E.Pascal

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	1.1745				
40	5		2.4041			
30	5			2.5836		
60	5				2.8349	
50	5					3.3137
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Descriptives Deformidade = 5,0 %

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Força.N	15.00	5.00	116.80	2.43	1.09	113.79	119.82	113.37	120.24
	30.00	5.00	525.60	5.43	2.43	518.86	532.35	518.73	532.47
	40.00	5.00	528.35	6.14	2.75	520.72	535.98	522.17	535.91
	50.00	5.00	724.85	9.09	4.06	713.56	736.13	711.11	735.16
	60.00	5.00	637.59	8.27	3.70	627.32	647.86	628.66	649.27
Total	25.00	506.64	212.99	42.60	418.72	594.56	113.37	735.16	
E.Pascal	15.00	5.00	1.17	.03	.01	1.14	1.21	1.13	1.21
	30.00	5.00	4.87	.04	.02	4.81	4.92	4.81	4.92
	40.00	5.00	4.80	.06	.03	4.72	4.88	4.73	4.87
	50.00	5.00	6.53	.07	.03	6.44	6.62	6.42	6.61
	60.00	5.00	5.57	.08	.04	5.47	5.67	5.48	5.69
Total	25.00	4.59	1.86	.37	3.82	5.35	1.13	6.61	

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Força.N	2.175	4	20	.109
E.Pascal	2.281	4	20	.096

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Força.N	Between Groups	1087839	4	271959.740	6065.698	.000
	Within Groups	896.714	20	44.836		
	Total	1088736	24			
E.Pascal	Between Groups	82.586	4	20.646	5768.155	.000
	Within Groups	.072	20	.004		
	Total	82.657	24			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Força.N	Welch	12778.398	4	9.222	.000
E.Pascal	Welch	11581.649	4	9.486	.000

a. Asymptotically F distributed.

Força.N

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
15	5	116.8020			
30	5		525.6020		
40	5		528.3520		
60	5			637.5920	
50	5				724.8480
Sig.		1.000	.965	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

E.Pascal

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05			
		1	2	3	4
15	5	1.1745			
40	5		4.8007		
30	5		4.8657		
60	5			5.5726	
50	5				6.5304
Sig.		1.000	.446	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.



Descriptives - Deformidade = 7,5 mm

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Força.N	15.00	5.00	433.53	4.48	2.00	427.97	439.10	429.41	439.72
	30.00	5.00	733.78	3.92	1.75	728.92	738.65	728.28	738.59
	40.00	5.00	770.88	7.12	3.19	762.04	779.73	762.64	779.81
	50.00	5.00	1025.80	7.10	3.18	1016.98	1034.62	1016.90	1034.00
	60.00	5.00	946.77	8.27	3.70	936.50	957.04	937.84	958.45
	Total	25.00	782.15	209.48	41.90	695.69	868.62	429.41	1034.00
E.Pascal	15.00	5.00	4.41	.06	.03	4.33	4.49	4.33	4.49
	30.00	5.00	6.79	.05	.02	6.73	6.85	6.73	6.85
	40.00	5.00	7.02	.08	.04	6.93	7.12	6.93	7.11
	50.00	5.00	9.28	.04	.02	9.22	9.33	9.21	9.33
	60.00	5.00	8.29	.08	.03	8.19	8.38	8.21	8.38
	Total	25.00	7.16	1.68	.34	6.46	7.85	4.33	9.33

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Força.N	1.500	4	20	.240
E.Pascal	1.732	4	20	.183

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Força.N	Between Groups	1052323	4	263080.767	6415.582	.000
	Within Groups	820.131	20	41.007		
	Total	1053143	24			
E.Pascal	Between Groups	67.347	4	16.837	4155.336	.000
	Within Groups	.081	20	.004		
	Total	67.428	24			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Força.N	Welch	6958.536	4	9.786	.000
E.Pascal	Welch	4415.125	4	9.862	.000

a. Asymptotically F distributed.

Força.N

Tukey HSD^b

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	433.5340				
30	5		733.7820			
40	5			770.8820		
60	5				946.7700	
50	5					1025.8000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

E.Pascal

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	4.4085				
30	5		6.7884			
40	5			7.0246		
60	5				8.2854	
50	5					9.2755
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

Descriptives Deformidade = 10,0 mm

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
Força.N	15.00	5.00	590.19	3.76	1.68	585.52	594.86	587.44	594.31
	30.00	5.00	913.11	4.48	2.00	907.54	918.67	906.92	917.23
	40.00	5.00	1027.16	6.85	3.06	1018.65	1035.67	1016.90	1034.00
	50.00	5.00	1341.84	7.93	3.54	1332.00	1351.68	1332.90	1350.10
	60.00	5.00	1260.78	8.75	3.91	1249.92	1271.64	1250.50	1271.10
	Total	25.00	1026.61	273.00	54.60	913.93	1139.30	587.44	1350.10
E.Pascal	15.00	5.00	6.07	.04	.02	6.02	6.13	6.01	6.12
	30.00	5.00	8.42	.05	.02	8.36	8.49	8.36	8.49
	40.00	5.00	9.36	.07	.03	9.27	9.45	9.26	9.43
	50.00	5.00	12.08	.08	.03	11.99	12.18	12.00	12.17
	60.00	5.00	11.01	.08	.03	10.92	11.11	10.93	11.09
	Total	25.00	9.39	2.13	.43	8.51	10.27	6.01	12.17

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Força.N	1.742	4	20	.180
E.Pascal	1.080	4	20	.393

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Força.N	Between Groups	1787766	4	446941.455	10136.129	.000
	Within Groups	881.878	20	44.094		
	Total	1788648	24			
E.Pascal	Between Groups	109.187	4	27.297	6370.055	.000
	Within Groups	.086	20	.004		
	Total	109.273	24			

Robust Tests of Equality of Means

		Statistic ^a	df1	df2	Sig.
Força.N	Welch	12105.381	4	9.737	.000
E.Pascal	Welch	6626.549	4	9.858	.000

a. Asymptotically F distributed.

Força.N

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	590.1880				
30	5		913.1060			
40	5			1027.1600		
60	5				1260.7800	
50	5					1341.8400
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

E.Pascal

Tukey HSD^a

Mat.Dias	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
15	5	6.0717				
30	5		8.4249			
40	5			9.3604		
60	5				11.0131	
50	5					12.0843
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

TABELA 3.2. Quadrado médio (QM) da análise de variância para as determinações e os testes de qualidade fisiológica das sementes de abóbora ‘Jacarezinho’ armazenadas durante doze meses. Petrolina – PE, 2011.

Fonte Variação	G.L.	Quadrado Médio						
		Teor de água	Germinação	Emergência	IVE	Teste Frio	Peso seco	Condutividade
Tempo (A)	2	0,0286 ^{ns}	4084.7500**	4198.0833**	724.0212**	249.2500**	0.3399**	415.2600**
Local (B)	1	25,9749**	216.7500**	192.0000**	38.0593**	520.0833**	0.0051 ^{ns}	2379.7552**
Embalagem (C)	1	14,2463**	0.0833 ^{ns}	5.3333 ^{ns}	0.8116 ^{ns}	4.0833 ^{ns}	0.0995*	6641.4815**
A x B	2	0,0677 ^{ns}	85.7500**	177.2500**	19.5782**	72.5833**	0.0060 ^{ns}	130.6572 ^{ns}
A x C	2	0,2588**	254.0833**	185.0833**	5.1873**	9.0833*	0.0140 ^{ns}	81.8652 ^{ns}
B x C	1	20,5277**	14.0833 ^{ns}	176.3333**	1.4037 ^{ns}	0.0833 ^{ns}	0.1829**	2080.2767**
A (B x C)	2	0,1775**	316.0833**	252.5833**	2.5131*	165.0833**	0.0588 ^{ns}	72.3031 ^{ns}
A x B x C + 1	1	0,1775**	1932.0577**	481.2564**	520.7675**	436.6731**	10.9490**	33006.3213**
Resíduo	39	0,0370	4.0769	4.2051	0.5282	2.3333	0.0241	77.5443
Total	51	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	2,51	2,66	2,75	6,95	1,76	3,92	6,68

Anexo

Capítulo 3

TABELA 3.6. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de teor de água das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	8.57 Aa	7.07 Ab
T6	8.44 Aa	7.11 Ab
T12	8.53 Aa	6.94 Ab
CV (%)	2.51	
DMS coluna	0.23	
DMS linha	0.19	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.7. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de teor de água das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	7.15 Ab	8.49 Aa
T6	7.23 Ab	8.32 ABa
T12	7.32 Ab	8.15 Ba
CV 9%)	2.51	
DMS coluna	0.23	
DMS linha	0.19	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.8. Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de teor de água das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	7.31 Ab	9.71 Aa
Laboratório	7.15 Ba	6.93 Bb
CV (%)	2.51	
DMS coluna	0.15	
DMS linha	0.15	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.9. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de germinação das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	82.50 Ab	87.00Aa
T6	56.00 Ca	55.50 Ba
T12	77.50 Bb	86.25 Aa
CV (%)		2.66
DMS coluna		2.45
DMS linha		2.04

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.10. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de germinação das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	80.50 Bb	89.00 Aa
T6	56.50 Ca	55.00 Ca
T12	85.50 Aa	78.25 Bb
CV (%)		2.66
DMS coluna		2.45
DMS linha		2.04

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.11. Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de germinação das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	71.50 Ba	72.50 Ba
Laboratório	76.83 Aa	75.66 Aa
CV (%)		2.66
DMS coluna		1.66
DMS linha		1.66

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.12. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de frio das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	91.00 Ba	87.00 Ab
T6	83.75 Ca	79.50 Cb
T12	93.50 Aa	82.00 Bb
CV (%)	1.76	
DMS coluna	1.85	
DMS linha	1.54	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.13. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de frio das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	88.50 Aa	89.50 Aa
T6	82.00 Ba	81.25 Ca
T12	88.75 Aa	86.75 Bb
CV (%)	1.76	
DMS coluna	1.85	
DMS linha	1.54	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.14. Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de frio das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	89.66 Aa	89.16 Aa
Laboratório	83.16 Ba	82.50 Ba
CV (%)	1.76	
DMS coluna	1.26	
DMS linha	1.26	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.15. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x ambiente do teste de emergência das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	58.50 Ca	53.75 Cb
T6	75.00 Bb	78.00 Ba
T12	93.25 Aa	83.00 Ab
CV (%)	2.75	
DMS coluna	2.49	
DMS linha	2.07	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.16. Valores médios em porcentagem da interação de tempo x embalagem do teste de emergência das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	58.00 Ca	54.25 Cb
T6	72.25 Bb	80.75 Ba
T12	89.50 Aa	86.75 Ab
CV (%)	2.75	
DMS coluna	2.49	
DMS linha	2.07	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.17. Valores médios em porcentagem da interação de ambiente x embalagem do teste de emergência das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	73.33 Ab	77.83 Aa
Laboratório	73.16 Aa	70.00 Bb
CV (%)	2.75	
DMS coluna	1.69	
DMS linha	1.69	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.18. Valores médios em $g.30^{-1}$ sementes da interação de tempo x ambiente do teste de peso seco das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	3.94 Aa	3.92 Aa
T6	3.86 Aa	3.92 Aa
T12	3.65 Ba	3.67 Ba
CV (%)	3.92	
DMS coluna	0.18	
DMS linha	0.15	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.19. Valores médios $g.30^{-1}$ sementes da interação de tempo x embalagem do teste de peso seco das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	3.85 Aa	4.01 Aa
T6	3.87 Aa	3.91 Aa
T12	3.62 Ba	3.70 Ba
CV (%)	3.92	
DMS coluna	0.18	
DMS linha	0.15	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.20. Valores médios $g.30^{-1}$ sementes da interação de ambiente x embalagem do teste de peso seco das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	3.83 Aa	3.80 Ba
Laboratório	3.73 Ab	3.95 Aa
CV (%)	3.92	
DMS coluna	0.12	
DMS linha	0.12	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.21. Valores médios em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes da interação de tempo x ambiente do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	154.53 Aa	134.47 Ab
T6	141.13 Ba	127.62 Ab
T12	142.82 Ba	134.15 Aa
CV (%)	6.68	
DMS coluna	10.71	
DMS linha	8.91	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.22. Valores médios em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes da interação de tempo x embalagem do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	156.54 Aa	132.46 Ab
T6	148.25 Aa	120.50 Bb
T12	147.86 Aa	129.11 ABb
CV (%)	6.68	
DMS coluna	10.71	
DMS linha	8.91	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.23. Valores médios em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ de sementes da interação de ambiente x embalagem do teste de condutividade elétrica das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	151.34 Aa	140.98 Ab
Laboratório	150.42 Aa	113.73 Bb
CV (%)	6.68	
DMS coluna	7.27	
DMS linha	7.27	

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.24. Valores médios adimensionais da interação de tempo x ambiente do teste de IVE das sementes de abóbora.

Tempo	Ambiente	
	Câmara Fria	Laboratório
T3	15.14 Ab	19.47 Aa
T6	5.29 Ba	5.98 Ba
T12	5.51 Ba	5.84 Ba
CV (%)		6.95
DMS coluna		0.88
DMS linha		0.73

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.25. Valores médios adimensionais da interação de tempo x embalagem do teste de IVE das sementes de abóbora.

Tempo	Embalagem	
	Plástica	Papel
T3	17.58 Aa	17.03 Aa
T6	4.85 Cb	6.42 Ba
T12	5.79 Ba	5.56 Ba
CV(%)		6.95
DMS coluna		0.88
DMS linha		0.73

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

TABELA 3.26. Valores médios adimensionais da interação de ambiente x embalagem do teste de IVE das sementes de abóbora.

Ambiente	Embalagem	
	Plástica	Papel
Câmara Fria	8.69 Ba	8.61 Ba
Laboratório	10.13 Ab	10.73 Aa
CV (%)		6.95
DMS coluna		0.60
DMS linha		0.60

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.