



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



TESE

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:

Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO E ESTUDO DE
MATERIAIS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES DE COLZA**

BRUNO ADELINO DE MELO

Campina Grande, PB

Fevereiro, 2017

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO E ESTUDO DE MATERIAIS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES DE COLZA

BRUNO ADELINO DE MELO

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de Concentração: Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas

Orientador: Professor Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida

Campina Grande, PB

Fevereiro, 2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCC

M528d Melo, Bruno Adelino.
Desenvolvimento de um protótipo e estudo de materiais para incrustação de sementes de Colza / Bruno Adelino Melo. – Campina Grande, 2017.
124 f. : il. color.

Tese (Doutorado Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2017.
"Orientação: Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida".
Referências.

1. *Brassica napus* L. 2. Bentonita. 3. Armazenamento. 4. Qualidade Fisiológica. I. Almeida, Francisco de Assis Cardoso. II. Título.

CDU 631.563(043)



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

BRUNO ADELINO DE MELO

**DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO E ESTUDO DE MATERIAIS
PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES DE COLZA**

APROVADA: 16 de fevereiro de 2017

BANCA EXAMINADORA

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

Dr. Pablo Radamés Cabral de França
Examinador - IFPE

Dr. Vicente de Paula Queiroga
Examinador - EMBRAPA-ALGODÃO

Dr. Jaime José da Silveira Barros Neto
Examinador - IFS

Dr. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia
Examinadora - UAEA/CTRN/UFPA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais

José Adelino Filho e Ana Maria Almeida de Melo

e ao meu irmão Thiago Adelino de Melo

AGRADECIMENTOS

À **DEUS**, em primeiro lugar, pela energia que me deu até hoje e pela certeza de tê-la durante toda minha vida.

Aos meus pais **José Adelino Filho** e **Ana Maria Almeida de Melo** e ao meu irmão **Thiago Adelino**, por todo incentivo e confiança que me deram e darão.

Ao Professor Dr. **Francisco de Assis Cardoso Almeida** pela orientação, paciência, ensinamentos e confiança dispensados a minha pessoa, além da amizade construída durante esse período.

À todos os **Professores** do Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola - UFCG pela contribuição valiosa em minha formação acadêmica.

Aos meus colegas de pós-graduação, de forma geral, pelas conversas, ideias, momentos de descontração vividos. Foi um prazer conhecer cada um!

À **Universidade Federal de Campina Grande** por toda a estrutura física, equipamentos, professores e funcionários disponibilizados.

Aos membros da banca examinadora pela valiosa contribuição para o trabalho.

À **CAPES** pela bolsa de Doutorado cedida.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Principais fabricantes e modelos de máquinas para revestimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	8
Tabela 02. Vantagens e desvantagens do processo de incrustação/peletização. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	12
Tabela 03. Relação de materiais de enchimento e cimentantes utilizados no processo de incrustação/peletização.....	13
Tabela 04. Composição química (% em óxidos) e perda ao fogo das bentonitas sódicas e cálcicas. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	17
Tabela 05. Composição química (%) teórica das espécies químicas de gesso. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	19
Tabela 06. Composição química (%) dos caulins. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	20
Tabela 07. Informações técnicas dos componentes: motor de giro da cuba e secador. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	38
Tabela 08. Custos médios dos materiais utilizados no cálculo do custo de produção das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim, e cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50% na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	40
Tabela 09. Quadrados médios referentes ao rendimento (R), custo total de produção das sementes incrustadas (CT), tempo de incrustação (T) e resíduo gerado no processo (RP). Campina Grande, Paraíba, 2017.....	44
Tabela 10. Médias do rendimento (%) do protótipo para incrustação de sementes colza (<i>Brassica napus</i> L.) com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	45
Tabela 11. Médias do custo de produção (R\$ kg ⁻¹) das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas no protótipo com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	47
Tabela 12. Médias do resíduo (g) gerado no processo de incrustação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) no protótipo com bentonita, gesso ou caulim, e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	48
Tabela 13. Resultados da análise de correlação simples entre as variáveis estudadas do protótipo para incrustação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) com bentonita, gesso ou caulim. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	50

Tabela 14. Quadrados médios referentes à primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com os materiais de enchimento (ME) e percentuais de cola PVA na calda (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.....	60
Tabela 15. Médias da primeira contagem (%) da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	61
Tabela 16. Médias da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	62
Tabela 17. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	64
Tabela 18. Médias da matéria seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	66
Tabela 19. Quadrados médios referentes à diâmetro das sementes (DS), porosidade (P), ângulo de repouso (AR), peso de mil de sementes (PMS), quantidade de vezes aumentada (QVA) e resistência (R) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e tratadas com dois produtos de tratamento (PT). Campina Grande, Paraíba, 2017.....	81
Tabela 20. Médias do diâmetro (mm) das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	82
Tabela 21. Médias da quantidade de vezes aumentada de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	82
Tabela 22. Classificação em peneiras de crivo 1,0; 1,5; 2,5 e 4,0 mm das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	83
Tabela 23. Médias da porosidade (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	84
Tabela 24. Médias do ângulo de repouso (°) das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	85

Tabela 25. Médias do peso de mil sementes (g) de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	86
Tabela 26. Percentual de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino resistentes a danos mecânicos. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	87
Tabela 27. Quadrados médios referentes à primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e percentuais de material cimentante (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.....	87
Tabela 28. Médias da primeira contagem da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	88
Tabela 29. Médias da germinação de sementes (%) de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	89
Tabela 30. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	90
Tabela 31. Médias da matéria seca da parte aérea (mg) de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	91
Tabela 32. Análise de variância para o teor de água (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	92
Tabela 33. Médias do teor de água (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	93
Tabela 34. Quadrados médios referentes ao teor de água (TA), primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e percentuais de material cimentante (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.....	111

Tabela 35. Médias do teor de água (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	112
Tabela 36. Médias da primeira contagem da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	114
Tabela 37. Médias da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	115
Tabela 38. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	117
Tabela 39. Médias da matéria seca da parte aérea de plântulas (mg) oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	119

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Fluxograma para desenvolvimento do protótipo para incrustação de sementes de colza. Campina Grande, Paraíba, 2017.....33
- Figura 02.** Visão isométrica do protótipo, corte longitudinal da cuba de incrustação das sementes e componentes do protótipo para incrustação de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2017.....35
- Figura 03.** Perspectivas do protótipo para incrustação de sementes. Visão (A) isométrica; (B) superior; (C) lateral esquerda; (D) lateral direita; (E) posterior e (F) frontal. Campina Grande, Paraíba, 2017.....36
- Figura 04.** Perspectivas dos componentes do protótipo para incrustação de sementes. (A) Cuba, tampa e funil; (B) recipiente da calda; (C) Controlador de velocidade da cuba; (D) Controlador de temperatura e velocidade do ar do secador; (E) saída de exaustão do secador e (F) secador e motor. Campina Grande, Paraíba, 2017.....37
- Figura 05.** Fluxo de funcionamento do protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.). Campina Grande, Paraíba, 2017.....38
- Figura 06.** Protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) e seus componentes. (A) Visão total do protótipo; (B) controlador de velocidade de rotação da cuba; (C) controladores de temperatura e velocidade do ar do secador; (D) recipiente de material cimentante; (E) Tampa da cuba com acoplamento das mangueiras do secador e material cimentante; (F) ligação do recipiente do material cimentante à tampa; (G) sistema de pulverização do material cimentante; (H) interior da cuba e dispersor das sementes; (I) saída de exaustão do secador; (J) motor para giro da cuba e secador. Campina Grande, Paraíba, 2017.....43
- Figura 07.** Rendimento (%) do protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.....46
- Figura 08.** Custo de produção (R\$ kg⁻¹) das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim nos percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.....48
- Figura 09.** Resíduos (g) gerados no processo de incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....49
- Figura 10.** Sementes de colza (*Brassica napus* L.) (A) sem incrustação; (B) incrustada com bentonita, (C) gesso e (D) caulim. Campina Grande, Paraíba, 2017.....58
- Figura 11.** Contagem da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....59

Figura 12. Determinação da matéria seca da parte aérea de plântulas de colza (<i>Brassica napus</i> L.) oriundas de sementes incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	59
Figura 13. Primeira contagem da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	62
Figura 14. Médias da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	63
Figura 15. Médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim para os percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	65
Figura 16. Médias da matéria seca de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim para os percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	66
Figura 17. Determinação do diâmetro de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	76
Figura 18. Peneiras utilizadas para classificação por tamanho das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	76
Figura 19. Equipamentos utilizados para determinação da porosidade das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	77
Figura 20. Equipamento utilizado para determinação do ângulo de repouso das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	78
Figura 21. Aparato utilizado para determinação da absorção de água por sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. (A) Sementes suspensas na tela, (B) nível de água destilada. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	79
Figura 22. Comportamento da absorção de água pelas sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	95

Figura 23. Dados climáticos de temperatura máxima média, mínima média e umidade relativa do ar média durante o armazenamento das sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	110
Figura 24. Valores médios para teor de água de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	113
Figura 25. Valores médios da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	116
Figura 26. Valores médios da terceira contagem da germinação de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	118
Figura 27. Valores médios para matéria seca da parte aérea de plântulas oriundas de sementes de colza (<i>Brassica napus</i> L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.....	120

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PVA	-	Acetato de polivinila
L	-	Litro
cm	-	Centímetro
ton ha⁻¹	-	Tonelada por hectare
L h⁻¹	-	Litro por hora
L lote⁻¹	-	Litro por lote
g	-	Gramma
kg	-	Quilo
mm	-	Milímetro
Cmol_c kg⁻¹	-	Centimol de carga por quilo
C	-	Celsius
m	-	Metro
w	-	Watt
kw h⁻¹	-	Quilowatt por hora
v	-	Volt
R\$ kg⁻¹	-	Reais por quilo
R\$ L⁻¹	-	Reais por litro
R\$ kw⁻¹	-	Reais por quilowatt
R\$ kwh⁻¹	-	Reais por quilowatt hora
µm	-	Micrômetro
nº	-	Número
Ø	-	Diâmetro
“	-	Polegada
mL	-	Mililitro
h	-	Hora
Psi	-	Libra-força por polegada quadrada
DAS	-	Dias após a semeadura
SC	-	Solução concentrada

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	I
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	VIII
ÍNDICE.....	IX
RESUMO GERAL.....	1
GENERAL ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
Desenvolvimento de máquinas agrícolas.....	5
Máquinas para revestimento de sementes.....	8
Revestimentos e incrustação de sementes.....	11
Materiais para revestimento de sementes.....	13
<i>Bentonita</i>	15
<i>Gesso</i>	17
<i>Caulim</i>	19
Colza (<i>Brassica napus</i> L.).....	20
REFERÊNCIAS.....	23
ESTUDO 01: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES.....	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
OBJETIVOS.....	32
Geral.....	32
Específicos.....	32
MATERIAL E MÉTODOS.....	32
Local de desenvolvimento do protótipo.....	32
Concepção do projeto e construção do protótipo.....	32
Descrição do protótipo para incrustação de sementes.....	34
<i>Base de sustentação</i>	34
<i>Cuba de incrustação de sementes</i>	34
<i>Recipiente de material cimentante</i>	34
Informações técnicas dos componentes.....	38
Metodologia para utilização do protótipo para incrustação de sementes.....	38
Avaliações do protótipo para incrustação de sementes.....	39
<i>Rendimento do protótipo</i>	39
<i>Custo de produção das sementes</i>	39
<i>Tempo de produção das sementes incrustadas</i>	40
<i>Resíduo gerado no processo de incrustação</i>	41
Delineamento experimental e análise estatística.....	41
RESULTADOS.....	41
<i>Base de sustentação</i>	41
<i>Cuba de incrustação de sementes</i>	42
<i>Recipiente de material cimentante</i>	42
DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÕES.....	53

REFERÊNCIAS.....	53
ESTUDO 02: RESPOSTA FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE COLZA INCRUSTADAS COM DIFERENTES MATERIAIS DE ENCHIMENTO E PERCENTUAIS DE CIMENTANTE.....	54
RESUMO.....	54
ABSTRACT.....	55
INTRODUÇÃO.....	56
OBJETIVOS.....	57
Geral.....	57
Específico.....	57
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
Local do experimento.....	57
Aquisição das sementes.....	57
Processo de incrustação.....	57
Teste de germinação.....	58
Matéria seca da parte aérea.....	59
Delineamento experimental e análise estatística.....	60
RESULTADOS.....	60
DISCUSSÃO.....	67
CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	68
ESTUDO 03: DESEMPENHO DE SEMENTES DE COLZA INCRUSTADAS COM OS MATERIAIS DE ENCHIMENTO E TRATADAS COM FUNGICIDA OU EXTRATO VEGETAL.....	71
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
INTRODUÇÃO.....	73
OBJETIVOS.....	74
Geral.....	74
Específicos.....	74
MATERIAL E MÉTODOS.....	74
Local do experimento.....	74
Aquisição das sementes.....	75
Preparação do extrato vegetal.....	75
Materiais e processo de incrustação das sementes.....	75
Características físicas das sementes incrustadas e tratadas.....	75
<i>Diâmetro das sementes e quantidade de vezes aumentada.....</i>	<i>75</i>
<i>Classificação por tamanho.....</i>	<i>76</i>
<i>Porosidade.....</i>	<i>77</i>
<i>Ângulo de repouso.....</i>	<i>77</i>
<i>Peso de mil sementes.....</i>	<i>78</i>
<i>Resistência.....</i>	<i>78</i>
Qualidade fisiológica das sementes incrustadas e tratadas.....	78
<i>Teste de germinação.....</i>	<i>78</i>
<i>Matéria seca da parte aérea.....</i>	<i>79</i>
Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas.....	79
<i>Teste de absorção de água.....</i>	<i>79</i>
<i>Teor de água.....</i>	<i>80</i>

Delineamento experimental e análise estatística.....	80
RESULTADOS.....	81
Características físicas das sementes incrustadas e tratadas.....	81
Qualidade fisiológica de sementes incrustadas e tratadas.....	87
Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas.....	92
DISCUSSÃO.....	96
Características físicas das sementes incrustadas e tratadas.....	96
Qualidade fisiológica de sementes incrustadas e tratadas.....	97
Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas.....	99
CONCLUSÕES.....	101
REFERÊNCIAS.....	101
ESTUDO 04: QUALIDADE FÍSICA E FISOLÓGICA DE SEMENTES DE COLZA INCRUSTADAS COM BENTONITA E TRATADAS COM FUNGICIDA OU EXTRATO VEGETAL DURANTE O ARMAZENAMENTO.....	105
RESUMO.....	105
ABSTRACT.....	106
INTRODUÇÃO.....	107
OBJETIVOS.....	108
Geral.....	108
Específico.....	108
MATERIAL E MÉTODOS.....	108
Local do experimento.....	108
Armazenamento das sementes incrustadas.....	108
<i>Teste de germinação.....</i>	<i>109</i>
<i>Matéria seca da parte aérea.....</i>	<i>109</i>
<i>Teor de água.....</i>	<i>109</i>
Condições climáticas durante o armazenamento.....	110
Delineamento experimental e análise estatística.....	110
RESULTADOS.....	111
DISCUSSÃO.....	120
CONCLUSÕES.....	122
REFERÊNCIAS.....	123

Desenvolvimento de um protótipo e estudo de materiais para incrustação de sementes de colza

Resumo geral

O uso de sementes pequenas dificulta o plantio mecanizado, devido não ser possível a correta regulagem das semeadeiras, ocorrendo, assim, desperdício de sementes no campo. A incrustação de sementes é uma técnica que vem a solucionar esse impasse, contudo é restrita as empresas que a detém. Devido a isso esse produto possui elevado custo, dificultando o seu uso pelos pequenos produtores. Diante o exposto, objetivou-se com esse trabalho desenvolver e avaliar um protótipo para incrustação de sementes e estudar materiais para incrustação de sementes de colza (canola). Para alcançar os objetivos, o trabalho foi dividido em quatro estudos: (1) desenvolvimento e avaliação de um protótipo para incrustação de sementes de colza; (2) resposta fisiológica de sementes de colza incrustadas com diferentes materiais de enchimento (bentonita, gesso e caulim) e percentuais de cimentante (20, 30, 40 e 50% de cola PVA); (3) desempenho de sementes de colza incrustadas com os materiais de enchimento (bentonita, gesso e caulim) e tratadas com fungicida (vitavax-thiran) e extrato vegetal (pimenta-do-reino - *Piper nigrum* L.); (4) qualidade fisiológica de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida e extrato vegetal durante o armazenamento. Todas as etapas do trabalho foram desenvolvidas no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, pertencente a Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. O protótipo apresenta tamanho compacto, podendo ser utilizado em uma bancada, atendendo as necessidades laboratoriais e/ou pequenos produtores. A bentonita é o material mais indicado para incrustação de sementes de colza no protótipo desenvolvido. Os percentuais de 20 e 30% de cola PVA são mais recomendados para utilização no processo de incrustação. Recomenda-se armazenar as sementes incrustadas por até 60 dias ou submetê-las ao processo de incrustação quando do uso delas no campo.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., bentonita, armazenamento, qualidade fisiológica.

Development of a prototype and study of materials for encrustation of colza seeds

General abstract

The small seeds make it difficult to use them in the mechanized planting, because it is not possible the correct regulation of the seeders, thus, occurring seed wastage in the field. Encrustation of seeds is a technique that solves this impasse, but it is restricted to the companies that own it. Due to this, this product has a high cost, making it difficult for small farmers to use it. In view of the above, this work aimed to develop and evaluate a prototype for seed encrustation and to study materials for encrustation of colza (canola) seeds. To achieve the objectives, the work was divided into four studies: (1) development and evaluation of a prototype for colza seed; (2) physiological response of colza seeds encrusted with different fillers (bentonite, gypsum and kaolin) and percent cement (20, 30, 40 and 50% PVA glue); (3) performance of colza seeds encrusted with filler materials (bentonite, gypsum and kaolin) and treated with fungicide (vitavax-thiran) and plant extract (*Piper nigrum* L.); (4) physiological quality of colza seeds encrusted with bentonite and treated with fungicide and vegetable extract during storage. All stages of the work were developed at the Laboratory of Storage and Processing of Agricultural Products, belonging to the Academic Unit of Agricultural Engineering, Federal University of Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. The prototype is compact in size and can be used on a bench, meeting laboratory needs and/or small producers. Regarding the studies carried out with the materials, it is verified that the bentonite combined with 30% PVA glue is a promising combination for colza seed encrustation, in some cases, there are statistical similarities with the control. Regarding the treatment products, it was observed that the plant extract of black pepper did not negatively influence the germination of the seeds, unlike the fungicide. All encrustation materials negatively influenced seed germination and vigor during storage.

Keywords: *Brassica napus* L., bentonite, storage, physiological quality.

INTRODUÇÃO GERAL

A relação entre homem e a natureza sofreu profunda modificação, quando este percebeu a possibilidade de a semente multiplicar a planta que lhe deu origem. O comportamento nômade inicial, deslocando-se atrás da caça, pode ser alterado pelo próprio homem, fixando-se em local desejado, cultivando seus alimentos e formando as primeiras comunidades. Portanto, a constatação da relação semente-planta-sementes teve um papel fundamental no desenvolvimento da agricultura e história da civilização.

O surgimento de maquinário e implementos para utilização na agricultura, por volta do século XIX, permitiu ganhos de produtividade agrícola, assim como reduziu o volume de mão-de-obra, modificando de forma categórica o rumo das técnicas de produção, como também aumentando a oferta de produtos agrícolas.

É clara e evidente a importância da semeadora no processo de implantação e desenvolvimento das culturas. No entanto, para que a máquina possa realizar um bom plantio se preconiza a tomada de certos cuidados. De acordo com Beltrão e Vieira (2001) um dos empecilhos na semeadura realizada de forma mecanizada são as sementes com tamanho pequeno, formato irregular e leves.

A incrustação/peletização é uma tecnologia que se baseia na sedimentação de materiais inertes, secos, com granulometria fina, sobre a superfície das sementes, com o auxílio de um material cimentante (LOPES e NASCIMENTO et al., 2012). Essa tecnologia permite padronizar a forma, aumentar o tamanho e peso das sementes. Assim, a semeadura é facilitada, seja ela realizada de forma manual ou através de máquinas.

Embora essa técnica tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição do revestimento são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às companhias de sementes e/ou empresas processadoras desse tipo de produto.

Além disso, são necessários equipamentos específicos que são fornecidos por um número reduzido de empresas, que geralmente são internacionais, sem revenda no país, apresentando custo elevado, inviabilizando sua utilização por produtores da agricultura familiar.

Os materiais utilizados como cobertura ou enchimento das sementes são os mais variados. A escolha destes dependerá do tipo de semente a ser recoberta, dos objetivos do recobrimento, das condições ambientais a que serão expostas no plantio e, das possíveis compatibilidades com outros materiais e tratamentos administrados de modo combinado às

sementes. Esses materiais (de cobertura ou enchimento) podem ser de origem mineral ou orgânica.

Partindo dessa ideia, o presente trabalho vem a contribuir com mais informações nessa linha de pesquisa, sendo distribuídas em quatro estudos. O primeiro deles trata do desenvolvimento e avaliação de um protótipo que seja capaz de incrustar sementes pequenas, e possua baixo custo, sendo acessível a pequenos produtores. No estudo seguinte é abordado a escolha das quantidades de material cimentante que podem ser utilizadas para cada material de enchimento. O terceiro estudo desse trabalho traz informações sobre o desempenho de sementes incrustadas com os materiais de enchimento em interação com produto químico e natural de tratamento. No último estudo se avalia o comportamento dessas sementes incrustadas e tratadas durante o armazenamento. Para todos esses estudos, escolheu-se a colza como semente a ser incrustada, por sua importância mundial no setor energético e de alimentos.

REVISÃO DE LITERATURA

Desenvolvimento de máquinas agrícolas

Quando se fala em desenvolvimento de máquinas agrícolas, pelo menos dois tipos de projetos abrangem esse tema: o primeiro compreende o desenvolvimento de um novo tipo de máquina; e, o segundo, a melhoria de uma máquina existente (projeto de um novo modelo similar a máquinas existentes e/ou alterações de projeto para reduzir custos de manufatura da máquina) (KEPNER et al., 1972).

Os trabalhos que se referem ao primeiro enfoque, que é o desenvolvimento de protótipos, descrevem o processo de projeto pelo qual a máquina agrícola foi concebida, desde as suposições realizadas, passando pelas tomadas de decisões, as ferramentas de apoio utilizadas nas várias etapas do projeto, a documentação gerada, bem como o detalhamento de construção do protótipo e os testes. Trabalhos com esse enfoque não são comuns de se encontrar na literatura. Por outro lado, trabalhos sobre ensaios de máquinas agrícolas e protótipos são a grande maioria. Estes, normalmente, fazem a avaliação do desempenho funcional do produto, mas não abordam a forma pela qual a mesma foi desenvolvida (BORDIGNON, 2005).

Segundo Romano (2003), o primeiro registro encontrado de desenvolvimento de máquinas agrícolas é de Kepner (1972), nos Estados Unidos, na segunda edição do livro *Principles of Farm Machinery*, em que este é um processo total pelo qual a maioria das máquinas evolui, e inclui a execução gradual de um plano na direção de um objetivo específico.

No Brasil, o primeiro registro sobre o desenvolvimento de máquinas agrícolas encontra-se no livro de Mialhe (1974), sobre mecanização agrícola, onde o desenvolvimento dessas devem ser realizadas em uma operação agrícola inicial até o lançamento da máquina no mercado consumidor como condição final.

No princípio do desenvolvimento das máquinas agrícolas predominavam as técnicas denominadas de tentativa-erro. Essa forma de desenvolver máquinas refere-se aos tempos em que a indústria de máquinas agrícolas encontrava-se na “era do ferreiro” (MILLER, 1955; KEPNER et al., 1972). Nessa época, costumava-se construir grosseiramente um protótipo na oficina para ser levado ao campo para testes. Conforme os resultados obtidos, o protótipo recebia cortes, remendos e reforços até que se apresentasse funcionalmente satisfatório e estruturalmente resistente. Com o protótipo aprovado, construía-se uma máquina “modelo”, com as alterações incorporadas, para ser desmontada e cada parte associada ao seu respectivo número de identificação, só então seguindo para a produção em série (MILLER, 1955).

Todavia, Kepner et al. (1972), citam que o projeto de máquinas agrícolas estava se tornando rapidamente mais científico, e o desenvolvimento do produto estava sendo baseado, de modo crescente, nos princípios e informações obtidos através de diferentes métodos de pesquisa (testes, levantamentos, experimentação, entre outros). Além disso, os programas de desenvolvimento realizados na indústria ou em organizações públicas, seguiam um extenso modelo de pesquisa, onde os testes funcionais e físicos da máquina e componentes, em laboratório e no campo, eram parte indispensável.

Em revisão realizada, observa-se que existem vários trabalhos nessa linha de pesquisa, encontrando-se aqueles que abordam a parte do desenvolvimento de máquinas, outros abordam apenas a avaliação do protótipo sem indicação de como foi projetado e construído. Todavia, existem trabalhos que trazem ambas as etapas, como segue abaixo.

Vidal et al. (2011) desenvolveram uma máquina para aplicação localizada de iscas contra ratos em parcelas agrícolas. A mesma possui as seguintes estruturas: depósito para as iscas; sistema dosificador; sistema localizador e chassi. O depósito para as iscas tem capacidade para 35 L. O sistema dosificador permite a aplicação das iscas com uma distância variando de 6 a 26 cm entre sementes. Esses autores apresentaram apenas desenhos do protótipo sem haver avaliação.

Timóteo Sobrinho et al. (2013) desenvolveram um protótipo para debulhar de forma contínua e não intermitente um lote de vagens de feijão verde. O protótipo dispõe de regulagens, tais como, variação da velocidade de rotação do cilindro batedor, inclinação da máquina, variação do número e comprimento dos raios batedores do rotor. Não foram realizadas avaliações no equipamento, exibindo apenas imagens do mesmo.

Moreira et al. (2013), projetaram e construíram um protótipo revolvente mecânico de grãos ou frutos de café semimecanizado para o secador de camada estacionária visando substituir o revolvimento manual com enxadas. Os autores apresentaram croquis em três dimensões do protótipo bem como imagens do mesmo já finalizado, porém não realizaram avaliações do desempenho do equipamento.

Outros autores se atém a avaliar os protótipos, sem mencionar como os mesmos foram desenvolvidos. Principi et al. (2007) avaliaram um protótipo para semeadura de soja de grãos finos, onde os mesmos estudaram as populações de plantas, eficiência de semeadura, produção de grãos, resistência mecânica do solo de penetração e energia consumida. Os autores constataram diferenças significativas a favor do protótipo quando comparado com um equipamento já no mercado (testemunha). Entretanto, não foi apresentado detalhamento do seu desenvolvimento.

Souza et al. (2014) avaliando a viabilidade operacional do protótipo de uma semeadora com mecanismo de disposição de sementes por fita observaram que o protótipo não diferiu estatisticamente de uma semeadora pneumática que foi considerada como testemunha. Em alguns parâmetros avaliados, o protótipo gerou uma redução de aproximadamente 2% nas perdas de sementes. Todavia, os autores não expuseram esquemas ou desenhos de como a máquina foi confeccionada.

Outra vertente de pesquisadores aborda em seus trabalhos ambos os enfoques dessa linha de pesquisa (desenvolvimento e avaliação). Arend et al. (2005) desenvolveram e avaliaram um protótipo de semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais. Nesse trabalho os autores expuseram desenhos do protótipo em duas e três dimensões com as medidas e avaliaram o equipamento quanto a patinagem das rodas motorizadas, regularidade da distribuição em profundidade das sementes, cobertura das sementes e adubo, verificação da distribuição longitudinal das sementes e índice de emergência de plântulas. Os autores concluíram que o protótipo apresentou desempenho satisfatório quanto aos parâmetros estudados.

Jerônimo et al. (2013) desenvolveram e avaliaram um descaroador e prensa enfardadeira itinerantes para o beneficiamento do algodão. O descaroador foi composto por limpador, cilindro de serras, cilindro de escovas, condensador e rolo. Quanto a prensa, a mesma foi composta por chapas de prensagem, cilindros hidráulicos, bomba hidráulica, válvula de controle de acionamento, dispositivos de filtragem do óleo hidráulico e manômetro. Os autores apresentam o croqui da máquina com suas dimensões, assim como a máquina já finalizada e uma avaliação por parte do usuário da sua percepção sobre a máquina.

França et al. (2013) desenvolveram e avaliaram um protótipo de um descaroador de frutos de *Ricinus communis* L. onde exibem esquemas e fotografias do protótipo. O protótipo foi composto por discos revestidos com dois tipos de borrachas, e três distâncias entre discos. Os autores o avaliaram quanto a porcentagem de sementes intactas, sementes com casca e sementes danificadas em cada tipo de borracha e combinações, bem como a distância entre os discos.

Barros Neto et al. (2014) desenvolveram e avaliaram um protótipo para produção de extrato aquoso de amendoim. O equipamento foi composto pelos sistemas de alimentação, trituração e acionamento, além de uma base de sustentação a qual une todos os sistemas. Esse trabalho traz croquis de cada parte da máquina, com dimensões de cada estrutura. Além disso, avaliaram o protótipo quanto ao tempo de processamento do produto, resíduo produzido e rendimento da máquina e densidade do leite em duas peneiras de filtragem do produto. Os

autores concluíram que a máquina para produção do extrato aquoso de amendoim se mostrou funcional, de fácil operação e que a peneira de maior abertura apresentou os melhores resultados para as variáveis estudadas.

Máquinas para revestimento de sementes

No mercado, atualmente, existem uma quantidade reduzida de marcas que fabricam e comercializam equipamentos destinados ao processo de incrustação/peletização de sementes. Cada marca possui seu design próprio e funções específicas para cada modelo, procurando atender necessidade específicas. Basicamente, existem três empresas que dominam esse mercado como apresentado na Tabela 01.

Tabela 01. Principais fabricantes e modelos de máquinas para revestimento de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2017.






Marca	CENTOR GROUP		
Modelo	RRC 310 Manual	IRCD HR800 com RFBD600-19	
Ilustração			
Descrição	Capacidade de 8 ton h ⁻¹ . Usado para todos os tipos de revestimento	Capacidade de 800 L h ⁻¹ . Destinado a incrustação e revestimento	
Marca	CENTOR GROUP		
Modelo	IRCD Grass Coating	ICD automático	Rotary 6
Ilustração			
Descrição	Trabalha 2-3 h sem supervisão. Capacidade de 1700 L h ⁻¹	Capacidade de 40 L lote ⁻¹ . Fácil limpeza	Faixa de trabalho de 50 a 250 g de sementes. Utilizada para todos os tipos de revestimento.
Marca	CENTOR GROUP		
Modelo	Rotary 12	Rotary 25	Rotary 30





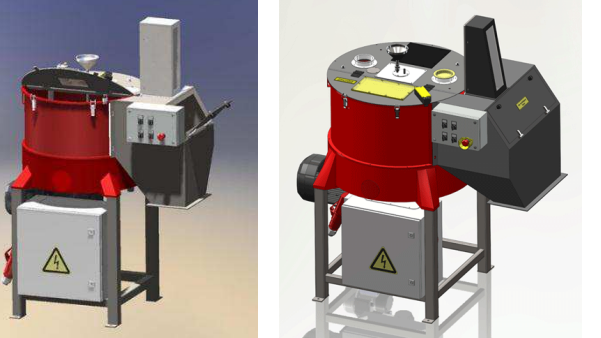


Ilustração			
Descrição	Faixa de trabalho de 100 a 1800 g. Utilizado para todos os tipos de revestimento.	Faixa de trabalho de 2 a 23 kg. Sistema de escala para funcionamento contínuo.	Faixa de trabalho de 4,5 a 55 kg. Controle eletrônico de aplicação de pó e líquido.
Marca	CENTOR GROUP		HOLLAND SEED COATING
Modelo	RRC 150	HSS 9105.50.00	HSS 9106.50.00
Ilustração			
Descrição	Utilizada para pequenos lotes de sementes	Diâmetro de 300 mm. Possui sistema de dosagem de líquidos e pós,	Diâmetro de 500 mm. Possui função de semiautomática e totalmente automática
Marca	HOLLAND SEED COATING		
Modelo	HSS 9107.50.00	HSS 9103.00.00	HSS 9100.20.00
Ilustração			
Descrição	Diâmetro de 800 mm. Trabalha de forma automática. Sistema de dosagem de líquidos e pós.	Utilizada para sementes muito pequenas como begônias e tabaco.	Utilizada tanto para sementes grandes como para sementes pequenas.
Marca	SATEC		
Modelo	Satec Concept Micro	Satec Concept ML 2000	

Ilustração		
Descrição	Controles em touchscreen. Sistema de dosagem realizado por micro bombas peristálticas	Diâmetro da cuba: 300 mm. Dosagem de líquidos e pós é realizada manualmente.
Marca	SATEC	
Modelo	Satec Concept 2.10	Satec Concept 1/25
Ilustração		
Descrição	Capacidade máxima de 10 kg. Aplicação do líquido é realizado utilizando um disco giratório	Capacidade máxima de 26 kg. Aplicação do líquido é realizado utilizando um disco giratório
Marca	SATEC	
Modelo	Satec Concept 2	Satec Concept 3
Ilustração		
Descrição	Diâmetro de 310 mm. Regulagens são realizadas através de interruptores.	Controles são realizados em uma tela touchscreen. Acompanhamento do processo de revestimento através da internet

Fonte: Centor group (2013); Holland Seed Coating (2016); SATEC (2011).

Revestimentos e incrustação de sementes

O revestimento de sementes não é uma técnica recente e constitui-se em uma solução para vários empecilhos na produção das culturas e tem como objetivo fundamental garantir a plantabilidade das sementes (GADOTTI e PUCHALA, 2010).

Segundo Baudet e Peres (2004), a técnica de revestimento de sementes foi usada, pela primeira vez, pelos chineses para revestir sementes de arroz, para que assim elas afundassem. Em outro momento, essa técnica foi utilizada em sementes de hortaliças, permitindo a uniformização do tamanho e da forma das mesmas, conseqüentemente os custos das lavouras foram reduzidos, devido a não mais ser necessário raleio dos canteiros para uniformizar o estande.

Existem algumas formas de revestimento de sementes, que pode ser a peliculização, incrustação, peletização ou encapsulamento. A peliculização consiste no recobrimento feito às sementes com um polímero, possuindo este a capacidade de semipermeabilidade em água. Além do mais, possui excelente capacidade para aderir às sementes. Já a incrustação caracteriza-se por aumentar em até cinco vezes o peso das sementes, com o uso de materiais que não alteram negativamente a germinação, podendo ser utilizados nutrientes, além do polímero, inseticida e fungicida. A peletização assemelha-se a incrustação, contudo o peso da semente pode ser aumentado em até 200 vezes em relação ao peso original (GADOTTI e PUCHALA, 2010). O encapsulamento de sementes caracteriza-se pela cobertura das sementes com um pó, sendo esse o agente encapsulante e por um adesivo, que são combinados em proporções adequadas (MEDEIROS et al., 2006)

Alguns dos fatores que podem dificultar a agricultura de precisão e que ainda hoje estão fora de controle por parte dos pesquisadores, são as dificuldades de uniformização de todos os estádios produtivos das plantas, desde a germinação até a colheita. Isto ocorre fundamentalmente em razão das características físicas, fisiológicas e/ou genéticas das sementes utilizadas. A produção de lotes homogêneos de sementes com alta qualidade é uma atividade dependente dos fatores edafoclimáticos e técnicos e, atualmente, os agricultores são cada vez mais exigentes nestas questões (MENDONÇA, 2003).

A peletização/incrustação pode aumentar o rendimento pela redução de custos e pela uniformidade de semeadura (ROOS e MOORE, 1975; HEFLEY, 1981), desempenhando um importante papel na semeadura aérea, melhorando a projeção balística das sementes (SCOTT, 1989), além de permitir considerável melhoria na qualidade do produto final, por permitir a

incorporação de micronutrientes, microrganismos benéficos, fungicidas e outros materiais, conforme a necessidade da cultura (HEFLEY, 1981; DELOUCHE et al, 1995).

De acordo com a empresa RIGRANTEC (2016), fabricante de polímeros e adesivos para recobrimento de sementes, atualmente o processo mais utilizado em sementes muito leves, pequenas ou pilosas é o “incrustamento”, o qual consiste na aplicação de material inerte e polímero, incolor ou colorido, mantendo quase que integralmente a forma original da semente.

Segundo Lopes e Nascimento (2012) o processo de incrustação/peletização apresenta algumas vantagens, assim como desvantagens que são listadas na Tabela 02.

Tabela 02. Vantagens e desvantagens do processo de incrustação/peletização. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Vantagens	Desvantagens
-Melhor distribuição manual ou mecânica das sementes	-Retardamento e desuniformidade na fase inicial da germinação
-Redução dos gastos das sementes	-Restrição da troca gasosa entre a semente e o ambiente externo
-Rapidez e eficiência de plantio	-Pode atuar como barreira física e dificultar a emissão de radícula
-Possibilidade de se utilizar semeadeiras de precisão	-Acidez ou alcalinidade dos materiais na germinação das sementes, reduzindo a germinação
-Possibilidade de incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento, inoculantes, fungicida e outros	
-Formação de microclima mais uniforme em volta das sementes	

Fonte: Lopes e Nascimento (2012)

Embora a técnica de revestimento de sementes tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e a confecção de sementes recobertas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e as companhias processadoras dos revestimentos das sementes. No processo de encapsulação/incrustação/peletização, basicamente se aplica camadas sucessivas de um determinado pó sobre as sementes, que estão em constante movimento dentro de uma betoneira (tambor de aço inoxidável), alternando a aplicação do material de enchimento com a

pulverização de um cimentante solúvel em água (SILVA, 1997; SILVA e NAKAGAWA, 1998).

O incrustamento de sementes (Seeds Hi-Incrusting), hoje em dia visto como uma alternativa promissora, incrementando o valor comercial das sementes, merece atenção especial por parte de pesquisadores e produtores (RIGRANTEC, 2016).

Os materiais de coberturas das sementes são bastante numerosos e em razão disso, sua escolha e utilização irão depender de alguns fatores: a) a espécie da semente a ser recoberta; b) os objetivos pretendidos com o recobrimento; c) das condições ambientais em que o cultivo desejado será submetido e d) a compatibilidade com os outros materiais e os tratamentos aplicados de forma combinada para as sementes (SAMPAIO, 1992).

Materiais para revestimento de sementes

Os materiais de incrustação/peletização podem ser agrupados basicamente em duas categorias: materiais de enchimento e materiais cimentantes. De acordo com Lopes e Nascimento (2012) os materiais ideais para realizar o enchimento das sementes devem possuir grânulos esféricos, uniformes, com tamanho entre 100 e 200 μm , não higroscópico, sem tensão superficial, não hidrofílico, não corrosivo, não tóxico, estéril, não ser meio de reprodução de microrganismos, insolúvel em água ou ácidos fracos, com densidade em torno de 1 (um) e que seja de fácil aquisição a custos compatíveis.

Segundo esses mesmos autores, o material cimentante deve ter afinidade com os ingredientes, ser prontamente solúvel em água, atuar em baixa concentração, se tornar seco e não pegajoso quando desidratado e formar solução de baixa viscosidade ao ser reidratado.

Diversas pesquisas foram realizadas com o intuito de encontrar o melhor material de enchimento e cimentante para cada espécie (Tabela 03).

Tabela 03. Relação de materiais de enchimento e cimentantes utilizados no processo de incrustação/peletização.

Material de enchimento	Autor	Espécie
Carvão-vegetal	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça
Caulinita	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça
Gesso	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça
Hiperfosfato	(KANASHIRO et al., 1978)	Eucalipto
Pó de casca de árvore	(LONGDEN, 1975)	Beterraba
Polvilho	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça

Bentonita	(LONGDEN, 1975)	Beterraba
Serragem	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça
Talco	(SHARPLES, 1981)	Alface
Vermiculita	(GROSSI e SILVA, 1991)	Hortaliça
Argila mineral	(DOGAN et al., 2005)	Gergelim
Composto de silicato	(DOGAN et al., 2005)	Gergelim
Material cimentante	Autor	Espécie
Açúcar	(KANASHIRO et al., 1978)	Eucalipto
Celofax	(KANASHIRO et al., 1978)	Eucalipto
Etil celulose	(LONGDEN, 1975)	Beterraba
Goma Arábica	(FREITAS e TAKAKI, 1993)	Rabanete
Metil celulose	(LONGDEN, 1975)	Beterraba
Polivinil-alcool	(OTA, 1982)	Arroz
Polivinil-acetato	(SILVA e MARTON, 1992)	Tomate

Pesquisas têm sido realizadas para estudar o comportamento das sementes quando utilizados os diversos materiais de enchimento e cimentante, assim como os diversos produtos sintéticos, tais como fungicidas e inseticidas, para tratamento.

Medeiros et al. (2006) trabalhando recobrimento de sementes de cenoura, avaliaram a qualidade fisiológica das mesmas após o recobrimento com aglomerante (vermiculita) e em duas proporções (2:1 e 3:1) e com adição do fungicida Thiram + Carbendazin, observaram que o recobrimento de sementes com fungicida Thiram 600 g + Carbendazin 200 g, com uma concentração de 0,25%, aglomerante na proporção 3:1 e corante color coat não afetou a qualidade fisiológica das sementes.

Santos et al. (2010), analisaram o efeito de 14 diferentes materiais de revestimento em associação com tratamento químico sobre desempenho de sementes de *Brachiaria brizantha* durante o armazenamento e observaram que as sementes revestidas com Areia + PVA e Areia + CaSiO₃ + PVA ou polímero, tratadas quimicamente, mantém sua qualidade fisiológica ao longo dos 12 meses de armazenamento; o tratamento químico com fungicida Carbendazim + Thiram e inseticida Fipronil nas sementes revestidas ou não, foi eficiente no controle de fungos e promoveu melhor desempenho fisiológico ao longo do armazenamento.

Queiroga et al. (2011), avaliando a qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas aos processos de encapsulamento com e sem corante em comparação com as sementes apenas tratadas com fungicidas (carboxin e thiran 200 Sc) e inseticida (pirimiphos methyl) e a testemunha, constataram que o processo de recobrimento de sementes de algodão deslindadas, tratadas com fungicidas e inseticida e encapsuladas, não ocasionou redução na

qualidade fisiológica das sementes, e o uso de corante em sementes encapsuladas não alterou a sua qualidade.

Abusuwar e Eldin (2013) avaliando o efeito de diferentes regimes de irrigação e dois materiais de peletização (estrume de curral e argila) sobre o desempenho de duas leguminosas (*Medicago sativa* L. e *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb.) e duas gramíneas forrageiras (*Eragrostis teff* (Zucc.) e *Chloris gayana* L.) verificaram que sementes peletizadas com estrume resultaram em maior densidade de plantas, um maior número de folhas e maior produtividade em comparação com as sementes peletizadas com argila ou a testemunha, embora não tenha sido observado diferenças significativas entre os tratamentos peletizados.

Kiran et al. (2014) estudando a influência de diferentes materiais de peletização em sementes híbridas de girassol (KBSH-53) sobre o desenvolvimento da cultura e o rendimento das sementes, observaram que a peletização utilizando sulfato de zinco a 2% influenciou positivamente os parâmetros avaliados, sendo significativamente superior à testemunha.

Xavier et al. (2015) avaliando o efeito de combinações de calcário, areia, carvão vegetal, silicato de cálcio (materiais de enchimento) e cola PVA (material cimentante) sobre o potencial fisiológico de sementes de estilosantes, constataram que nenhum dos tratamentos estudados prejudicou a qualidade fisiológica das sementes. Verificaram ainda que o tratamento com silicato de cálcio + cola PVA se destacou para as variáveis índice de velocidade de germinação, massa fresca e seca da parte aérea e de raiz no recobrimento de sementes de estilosantes.

Bentonita

Bentonita pode ser definida como uma rocha constituída essencialmente por um argilomineral montmorilonítico (esmetítico), formado pela desvitrificação e subsequente alteração química de um material vítreo, de origem ígnea, usualmente um tufo ou cinza vulcânica em ambientes alcalinos de circulação restrita de água (ROSS e SHANNON, 1926).

De acordo com O'Driscoll (1988), que apresenta uma definição industrial, a bentonita é uma argila que consiste essencialmente de argilominerais do grupo da esmetita, onde as propriedades físicas são ditadas pelo mineral dominante, não importando a origem e ocorrência.

O termo bentonita foi derivado da localização do primeiro depósito comercial de uma argila plástica nos Estados Unidos. Essa argila apresenta a propriedade de aumentar várias vezes o seu volume inicial na presença de umidade. Em 1897, Knight reportou que desde 1888 William Taylor comercializava uma argila peculiar encontrada em Fort Benton, no estado do

Wyoming, EUA e propôs a denominação de taylorite, sugerindo em seguida "bentonita", uma vez que a primeira denominação já era utilizada (DARLEY e GRAY, 1988).

De acordo com USGS (2016), estima-se que as reservas mundiais de bentonita sejam de aproximadamente 16.100 milhões de toneladas. Desse total, os Estados Unidos da América possuem aproximadamente 27% (4.320 milhões de toneladas), sendo o país com maior reserva dessa argila. A China possui a segunda maior reserva (3.500 milhões de toneladas), correspondendo a 22% de toda bentonita mundial. O Brasil, possui uma reserva de aproximadamente 440 milhões de toneladas, representando 8% de toda a bentonita.

No estado da Paraíba, a bentonita, é encontrada em depósitos sedimentares no município de Boa Vista. Através da análise química foi constatado que o argilo-mineral montmorilonítico de Boa Vista é policatiônico, constituído de magnésio, cálcio, sódio e hidroxônio, sendo que o magnésio e cálcio contribuem com 50 a 80% da capacidade total de troca de cátions das argilas que varia de 55 a 70 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila. O teor de potássio trocável é muito pequeno em comparação ao teor dos outros cátions trocáveis (SANTOS, 1976).

Nas jazidas, a bentonita é encontrada em camadas com cores diferentes, que caracterizam tipos de materiais, cujas propriedades atendem melhor a um determinado fim. Os materiais claros de cores creme e amarelo, designados com o nome de "bofes" são normalmente rejeitados por apresentarem qualidades inferiores às demais bentonitas, para uso industrial (CHAVES et al., 1999).

Os critérios de classificação utilizados pela indústria se baseiam no seu comportamento e propriedades físico-químicas; assim a classificação industrial mais aceita estabelece tipos de bentonitas em função da sua capacidade de inchamento em água: (1) bentonitas altamente incháveis ou sódicas; (2) bentonitas pouco incháveis ou cálcicas e (3) bentonitas moderadamente incháveis ou intermediárias (BRADANOVIC et al., 2007).

Em revisão realizada por Silva e Ferreira (2008) são apresentados 140 usos da bentonita, principalmente com fins industriais. A mesma é utilizada em absorventes higiênicos para animais domésticos, aditivo para tintas, clarificação de óleos, bactericida, fundição, detergentes, cosméticos, entre outros.

Quanto a composição química da bentonita Santos et al. (2002) afirmam que pode variar com o tipo: sódicas ou cálcicas conforme mostrado na Tabela 04.

Tabela 04. Composição química (% em óxidos) e perda ao fogo das bentonitas sódicas e cálcicas. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Óxidos	Bentonita sódica	Bentonita cálcica
Al	17,72	14,64
Si	59,74	55,92
Na	1,81	0,48
K	0,46	0,55
Mg	2,1	2,65
Mn	0,05	0,03
Zn	-	-
Cu	-	-
Cr	-	0,037
Ni	0,06	0,06
Ti	0,38	0,54
Fe	5,2	8,12
Ca	0,61	1,26
Perda em Fogo	9,72	16,02

Fonte: Santos et al. (2002)

Gesso

O gesso é um dos mais antigos materiais de construção conhecidos pelo homem, o que é comprovado por escavações arqueológicas, que registram o uso do material por civilizações antigas, tendo sido encontrado em ruínas na Síria, na Turquia, em Jericó e no Egito (MUNHOZ, 2008).

Atribui-se a descoberta do gesso pelo homem aos antigos habitantes das cavernas, ao acender um fogo em local de afloramento de gipsita, ocorrendo, então, a calcinação do mineral. A palavra gesso deriva do grego “*gupsos*”, formada a partir de duas palavras que denotam “terra” e “cozinhar” (KARNI e KARNI, 1995).

O gesso pode ser definido como sendo um aglomerante não-hidráulico e aéreo, de origem mineral, obtido da calcinação da gipsita em temperaturas em torno de 150°C. Este é constituído essencialmente por sulfatos de cálcio di-hidratado, geralmente acompanhado de uma certa proporção de impurezas, como a sílica, alumina, óxido de ferro, carbonatos e magnésio (BAUER, 2001).

A partir da gipsita são produzidos o gesso alfa e o beta, com processos de fabricação e aplicações bem diferentes. No momento do desmonte da bancada, já se pode fazer a classificação da Gipsita, segundo sua destinação, em: Tipo A (para fabricação do gesso tipo alfa, utilizado na área odontológica, ortopédica ou cerâmica); Tipo B (para fabricação do gesso

tipo beta, utilizado para revestimentos e fundição); e Tipo C (para refugo ou para uso corretivo de solo, na forma de gipsita, com partículas de 0 a 5 mm) (LEITÃO, 2005).

O gesso é utilizado em diferentes setores, entre os principais o industrial, construção civil, médico e o agrícola. Em revisão realizada por Baltar et al. (2008) o gesso é utilizado na fundição para confecção de pré-moldados, rebaixamento de tetos, blocos de paredes divisórias, isolamento térmico e acústico, isolamento contra incêndio, revestimento de paredes, na indústria de vidros, na fabricação de plásticos, papéis, adesivos, tintas, têxteis. De acordo com esses mesmos autores é utilizado na indústria farmacêutica, decorações, como giz escolar. Na saúde é utilizado para ortopedia e dental (fabricação de moldes). É usado na indústria automobilista, fabricação de fósforos, cerveja e eletrônicos. No setor agrícola é utilizado principalmente para correção de solo.

As reservas de gipsita são abundantes na maior parte dos países produtores, no entanto boa parte dos dados sobre reservas internacionais não está disponível. A produção mundial de gipsita em 2014 foi de 246 milhões de toneladas, um aumento de apenas 0,4% em relação ao ano de 2013, segundo o United States Geological Survey - USGS. A China é o país que mais produz gipsita, 132 milhões de toneladas, representando 53,7% de toda a produção de 2014. O Brasil é o maior produtor da América do Sul e o 13º do mundo, com uma produção em 2014 de aproximadamente 3,4 milhões de toneladas, valor que representou 1,4% do total mundial (BRASIL, 2015).

No Brasil, o estado do Pernambuco é o principal produtor de gipsita do Brasil, sendo responsável, em 2013, por 84,3% do total produzido. Destaca-se o “polo gesseiro do Araripe”, situado no extremo oeste pernambucano e formado pelos municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Bodocó e Ouricuri. Os outros estados produtores de gipsita são: Maranhão (10,4%), Ceará (2,6%), Tocantins (1,1%), Amazonas (0,8%), Pará (0,5%) e Rio Grande do Norte (0,3%) (BRASIL, 2015).

Sua composição química teórica é apresentada no Tabela 05. As proporções dos elementos constituintes dependem da aplicação do produto a ser comercializado e são controladas durante o processo produtivo (JOHN e CINCOTTO, 2007).

Tabela 05. Composição química (%) teórica das espécies químicas de gesso. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Sulfatos	Fórmula	Composição (%)		
		H ₂ O	CaO	SO ₃
Anidrita	CaSO ₄	0	41,19	58,81
Hemidrato	CaSO ₄ 0,5 H ₂ O	6,20	38,63	55,15
	CaSO ₄ 0,66 H ₂ O	8,03	37,88	54,08
Gipsita	CaSO ₄ 2 H ₂ O	20,99	32,57	46,50

Fonte: John e Cincotto (2007)

Caulim

O termo “*caulim*” ou “*china clay*” deriva-se da palavra chinesa *Kauling* (colina alta) que faz referência a uma colina de *Jauchau Fu*, ao norte da China, onde o material foi lavrado (SILVA, 2001). O mineral caulim mais comum e mais importante industrialmente é a caulinita, (Al₂O₃.2SiO₂.2H₂O), formada por intemperismo ou por alteração hidrotérmica. Os tipos de caulim variam de acordo com suas características físicas: alvura, grau de cristalização, opacidade, viscosidade, forma das partículas etc. Os minerais que mais comumente constituem o caulim, caulinita, haloisita, diquita e nacrita, tem composições químicas essencialmente similares, porem cada um deles tem diferentes estruturas (PINHEIRO et al., 2007)

O caulim tem muitas aplicações industriais e novos usos estão constantemente sendo pesquisados e desenvolvidos. É um mineral industrial de características especiais, porque é quimicamente inerte dentro de uma ampla faixa de pH; tem cor branca; apresenta ótimo poder de cobertura quando usado como pigmento ou como extensor em aplicações de cobertura e carga; é macio e pouco abrasivo; possui baixas condutividades de calor e eletricidade; e seu custo é mais baixo que a maioria dos materiais concorrentes (FARIAS, 2009).

O caulim pode ser utilizado em diversos setores industriais, como pigmento, carga e cobertura na indústria de papel, matéria-prima para indústria cerâmica, na fabricação de porcelana, azulejo, esmalte, matriz para catalisadores (craqueamento de petróleo e dispositivo para exaustão de gases em automóveis), isolante elétrico, agente fornecedor de borracha e concreto, cobertura digestiva de remédios na indústria de fármacos. Além disso, ele pode ser usado na fabricação de cimento branco, pesticidas, vidro, adesivos, cosméticos, plásticos e outros (LUZ, 1998).

Em 2014, a produção mundial de caulim foi de 40 milhões de toneladas, com o Uzbequistão aparecendo em 1º lugar com 7 milhões de toneladas, seguido pelos EUA, com 5,8

milhões de toneladas. Em 2014, a lista dos maiores produtores mundiais se completa com a Alemanha (4,5 milhões), Turquia (3,8 milhões) e República Tcheca (3,1 milhões). O Brasil ocupou a 6ª colocação com 1,8 milhão de toneladas (USGS, 2015). As principais reservas de caulim existentes encontram-se nos estados do Pará, Amapá e Amazonas e alcançam um total de 3.054.433.642 toneladas (BRASIL, 2016).

Esses depósitos são classificados em dois tipos principais de acordo com sua gênese: depósitos primários, que resultam da alteração hidrotermal ou intempérica de rochas cristalinas, e os secundários que resultam dos processos de erosão e deposição de depósitos primários (MÁRTIRES, 2010). Os depósitos da Região Nordeste e Sul-Sudeste são predominantemente primários, originados de alteração de pegmatitos e de granitos e se localizam nos Estados de MG, PB, SP, GO, SC e PR (CETEM, 2005).

A composição química do caulim pode variar de acordo com a amostra a ser analisada, conforme é relatado por Araújo et al. (2012), onde foram tomadas amostras de caulim de quatro empresas que beneficiam esse produto no município de Junco do Seridó, Paraíba (Tabela 06).

Tabela 06. Composição química (%) dos caulins. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Compostos (%)	Caulim A	Caulim B	Caulim C	Caulim D
PR	13,14	10,36	12,67	12,88
SiO₂	45,18	49,56	47,03	47,60
Al₂O₃	38,50	38,00	38,80	38,50
Fe₂O₃	0,40	0,40	0,64	0,40
TiO₂	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
CaO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
MgO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
K₂O	0,11	0,38	0,14	0,21
Na₂O	0,07	0,34	0,05	0,12
RI	0,88	0,96	0,07	0,04

Fonte: Araújo et al. (2012); PR = perda ao rubro. n.d. = não-detectável.

Colza (*Brassica napus* L.)

A colza (canola) (*Brassica napus* L.) é uma planta herbácea anual, com raiz pivotante e grande número de raízes secundárias fasciculadas. A haste é ereta, ascendente, ramificada, glabra, verde, variando de acordo com a espécie e, dependendo do meio onde se desenvolve, pode ser mais ou menos ramificada, podendo alcançar altura superior a 1,5 m na espécie *B. napus*, L. e até 1,0 m na espécie *B. campestris*, L. As folhas são glabras, mais ou menos

recortadas, sendo as superiores cordiformes e as inferiores lobuladas e pecioladas, verde-azuladas a verde-claras, dependendo da espécie e variedade, apresentando disposição alternada no caule. A haste principal da planta de canola possui, em seu extremo, numerosas flores de pétalas amarelas, com 0,012 a 0,018 m de diâmetro. As flores são hermafroditas, agrupadas em racimos terminais, constando de quatro sépalas e quatro pétalas dispostas em cruz (CORDEIRO et al., 1999).

A história sugere que a colza já era cultivada na Índia em 2.000 a.C e que foi introduzida na China e no Japão no início da era cristã (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2013). Segundo Dias (1992), existem relatos da introdução do grão no Japão, por meio da China ou Península Coreana, há cerca de dois mil anos. O autor cita que a cultura era usada como hortaliça, no século 6, e seu óleo era usado pelas civilizações orientais e do mediterrâneo em lamparinas (para iluminação) e na fabricação de sabões no século 14. No século 17, desenvolveu-se no Japão o costume de comidas fritas com óleo de colza e o óleo adquiriu status de produto comestível. Com o surgimento da máquina a vapor, o óleo assumiu maior expressão como lubrificante já que apresentava melhor adesão às superfícies metálicas expostas ao vapor e a água que os demais óleos

A Segunda Guerra Mundial aumentou a demanda de lubrificante para máquinas a vapor dos navios de guerra e mercantes. O bloqueio das fontes de lubrificantes europeias e asiáticas, no início dos anos 1940, estimulou o cultivo de colza no Canadá (MORI et al., 2014). De acordo com Canola Council of Canadá (2013), os primeiros registros de cultivo no país ocorreram em 1936, com sementes provenientes da Polônia (*Brassica rapa* L.), mas o cultivo da oleaginosa se estruturou e intensificou a partir de 1942, com sementes de origem argentina (*Brassica napus* L.). Com a conversão para motores a diesel, houve forte redução de demanda de lubrificantes elaborados com óleos vegetais e o cultivo da canola sofreu forte desestímulo.

Na América do Sul, embora se observem registros de cultivo de colza antes da década de 1940, a expansão do cultivo da oleaginosa no continente ocorreu impulsionado pelo aumento da demanda de lubrificantes de óleos vegetais ocorrida na Segunda Guerra (MORI et al., 2014). Iriarte e Valetti (2002) relatam cultivo de colza na Argentina desde a década de 1930, com incremento de cultivos comerciais a partir de 1940 a 1960. No Chile, a colza foi introduzida em 1953 e, em 1957, era cultivada em escala comercial (DIAS, 1992). No Brasil, os primeiros registros de cultivo da colza são do ano de 1974 (MARTIN e NOGUEIRA JUNIOR, 1993).

No Brasil a Colza é conhecida popularmente como Canola, onde na verdade, Canola se refere a variedades com menores níveis de ácido erúxico e glucosinolatos que são tóxicos ao ser humano em altas concentrações. Essas variedades foram desenvolvidas no Canadá através

de melhoramento genético convencional com o nome de Canola devido à expressão “ **Canadian oil low acid**” (óleo canadense de baixa acidez). Contudo, hoje em dia, o termo Canola aplica-se a todas as variedades de colza sem levar em consideração os níveis de ácidos presentes no óleo, pois Canola é um termo genérico e não uma marca registrada (MAYER e ZEPAHOWSKI, 2013).

Segundo a Tomm et al. (2009), a colza produzida no Brasil é a canola de primavera da espécie *B. napus* L. var. oleífera que foi desenvolvida do melhoramento genético convencional da colza, isso significa que essa variedade possui, em seu óleo, menos de 2% de ácido erúico e apresenta em cada grama de componente sólido da semente o máximo de 30 micromoles de glucosinolatos. Existem dois tipos de cultivares de canola, as cultivares de inverno, que exigem vernalização para que ocorra o florescimento, temperatura abaixo de 7°C por oito semanas, e as cultivares de primavera, que não exigem vernalização, porém no Brasil essas cultivares também são plantadas no outono e inverno.

Segundo Brasil (2016), existem 26 cultivares de canola registradas junto ao Ministério da Agricultura, sendo elas: ALHT B4, ALHT M6, ALHT1000, CC0065, DIAMOND, GLOBAL, H12CC103A, Hyola 401, Hyola 411, Hyola 420, Hyola 43, Hyola 432, Hyola 433, Hyola 50, Hyola 571CL, Hyola 575CL, Hyola 60, Hyola 61, Hyola 76, IBIOLA 130, IBIOLA 140, JURA, PFB-2, Rivette, Terola 10A40 e Terola 25AB5.

De acordo com dados da FAO (2016), a produção mundial de colza, no ano de 2014, foi de 73.800.809 toneladas, com o Canadá em primeiro lugar, produzindo 15.555.100 toneladas, correspondendo a 21% de toda produção. Em segundo lugar está a China com uma produção de 14.772.200 toneladas (20%). Em terceiro e quarto lugares estão a Índia e a Alemanha produzindo 7.877.000 (10%) e 6.247.400 toneladas (8,5%), respectivamente.

A produção de colza/canola no Brasil, na safra 2014/2015 foi de 108,1 mil toneladas, concentrando-se exclusivamente na região sul, nos estados do Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS), com destaque para o RS o qual produziu aproximadamente 80% da produção nacional CONAB (2015).

Na Europa, o óleo de canola é amplamente utilizado para a produção de biodiesel, sendo referência para a produção mundial (ANGELOTTI-MENDONÇA, 2016). Em variedades produzidas no Brasil, o teor de óleo nos grãos chega a 38%, e 24 a 27% de proteína no farelo, o qual, constitui um excelente suplemento de rações animais, como para suínos, bovinos, ovinos e aves. Já o óleo, é utilizado na alimentação humana e considerado um alimento funcional em razão da excelente composição de ácidos graxos e da presença de antioxidantes (TOMM, 2005).

REFERÊNCIAS

- ABUSUWAR, A. O.; ELDIN, A. K. Effect of seed pelleting and water regime on the performance of some forage species under arid conditions. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 13, n. 5, p. 728-734, 2013.
- ANGELOTTI-MENDONÇA, J.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Canola (*Brassica napus* L.)**, Piracicaba, ESALQ, 2016, 32p.
- ARAÚJO, I. O.; SOUZA, A. G.; SANTOS, I. M. G.; NASCIMENTO, M. R. Caracterização química de caulins de junco do Seridó-PB. **Cerâmica Industrial**, v. 17, n. 2, 2012.
- AREND, L.; FORCELLINI, F. A.; WEISS, A. Desenvolvimento e testes de uma semeadora-adubadora modular para pequenas propriedades rurais. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.3, p.801-808, 2005.
- BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. de F.; LUZ, A. B. Gipsita. In.: **Rochas e Minerais Industriais**. 2 Ed. LUZ, A. B.; LINS, F.A.F. (Editores). Rio de Janeiro, CETEM/MCT. cap. 23, p. 505-526, 2008.
- BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Projeto e validação de máquina para produção de extrato de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.18, n.11, p.1165–1171, 2014.
- BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, v.8, n.1, p.20-23, 2004.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos (LTC), 2001, 488p.
- BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. **O agronegócio do gergelim no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.
- BORDIGNON, J. **Projeto e construção de sensores de força para medição de esforços em semeadoras-adubadoras**. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- BRADANOVIC, P. T. **Arcillas y Bentonitas**. 2007. Disponível em: <<http://www.bradanovic.cl/fortuna/bentonita.pdf>>. Acesso em 25 nov 2016.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral 2015**. 2016, 135p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro nacional de cultivares:RNC** 2016. Disponível em: <www.agricultura.gov.br/vegetal/registros.../registro/registro-nacional-cultivares>. Acesso em 01 nov. 2016.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola grower's manual**. Disponível em: <<http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual-contents>>. Acesso em: 20 nov 2016.

CENTOR GROUP. Seed Treatment and Coating Machinery. Tailândia, 2013.

CHAVES, L. H. G.; AZEVEDO, N. C.; TITO, G. A. Efeito da aplicação de bentonita nas propriedades químicas de um regossolo distrófico. **Agropecuária Técnica**, v. 20, n. 1, 1999.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Conjuntura Mensal – Canola – Abril 2015**, 2015, Brasília, 6p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_05_21_10_49_16_canolaabril2015.pdf>. Acesso em 21 nov 2016.

CORDEIRO, L.A.M.; REIS, M.S.; ALVARENGA, E.M. **A cultura da canola**. Viçosa: UFV, 1999. 50p.: il. (Cadernos Didáticos, 60).

COSTA, J. E. B. **Análise comparativa entre as propriedades do gesso obtido de rejeito da produção de sal e gessos comerciais**. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

DARLEY, H. C. H.; GRAY, G. R. **Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids**, 5. ed, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1988.

DELOUCHE, J. C.; CABRERA, E. R.; KEITH, B. C. **Strategies for improving physiological seed quality**. Mississippi: MAFES, 1995. 28p.

DIAS, J. C. A. **Canola/colza: alternativa de inverno com perspectiva de produção de óleo comestível e energético**. Pelotas: Embrapa-CPATB, 1992. 46 p. (Embrapa-CPATB. Boletim de Pesquisa, 3).

DOGAN, T. et al. A study on pelleting and planting sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds. **Asian Journal of Plant Sciences**, v.4, n.5, p. 449-454, 2005.

FAO. Faostat. Crops. **Rapeseed**. Disponível em:< <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. 2014, Acesso em: 04 de nov. 2016.

FARIAS, J. O. G. **Outras rochas e minerais industriais (Produto 28)**. Relatório Técnico 39, 2009, 61p.

FRANÇA, P. R. C.; SILVA, O. R. R. F.; ALMEIDA, F. A. C.; JERÔNIMO, J. F.; OLIVIER, N. C. Desarrollo y evaluación de un prototipo descascarador de frutos de *Ricinus communis* L. **Agrociencia**, v. 47, p. 361-371, 2013.

FREITAS, N. P.; TAKAKI, M. Efeito da peletização na germinação de sementes de *Raphanus sativus* L. cv Redondo Gigante, em condições de estresse hídrico. **Informativo ABRATES**, v. 3, n. 3, p. 84, 1993

GADOTTI, C.; PUCHALA, B. Revestimento de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3, p. 70-71, 2010.

GROSSI, S.; SILVA, R. F. Avaliação de diversos materiais na peletização de sementes de hortaliças. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 1, n. 4, p. 122, 1991. Resumo 193.

HEFLEY, E. Coating for legumes and grasses. **Seed Trade News**, v. 102, p. 9-10, 1981.

HOLLAND SEED COATING. **Seed Processing Holland BV**. Disponível em: <<https://www.seedquest.com/machinery/expo/from/seedprocessingholland/pelleting.htm>>. Acesso em: 28 dez 2016.

IRIARTE, L. B.; VALETTI, O. **El cultivo de colza en Argentina**. Buenos Aires: INTA, 2002. 7p.

JERÔNIMO, J. F.; SILVA, O. R. R. F.; ALMEIDA, F. A. C.; SOFIATTI, V.; FRANÇA, P. R. C.; BRANDÃO, Z. N. Desenvolvimento e avaliação de um descaroador e prensa enfardadeira itinerantes para o beneficiamento do algodão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.17, n.3, p.319-326, 2013.

KANASHIRO, M.; KAGEYAMA, P. Y.; MÁRQUEZ, F. C. M. Peletização de sementes de *Eucalyptus*. **IPEF /Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, Piracicaba, v. 17, p. 67-73, 1978.

KARNI, J.; KARNI, E´YAL. Gypsum in construction: origin and properties. **Materials and structures**, v. 28, n. 2, 1995.

KEPNER, R. A.; BAINER, R. BARGER, E. L. **Principles of Farm Machinery**. Connecticut: The Avi Publishing Company, 1972.

KIRAN, S. P.; PARAMESH, R.; NISHANTH, G. K.; CHANNAKESHA, B. C.; NIRANJANA, K. B. Influence of seed pelleting on crop growth and seed yield in sunflower hybrid seed production of KBSH-53 (*Helianthus annuus* L.). **International Journal of Advances in Pharmacy, Biology and Chemistry**, v. 3, n. 2, p. 391-394.

LEITÃO, M. A. S. Gesso: conhecimento e uso na engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 33, 2005, Campina Grande, **Anais...** 2005, p. 1-8.

LONGDEN, P. C. Sugar beet seed pelleting. **ADAS Quarterly Review**, London, v. 18, p. 73-80, 1975.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa; 2012, 28p. Documentos n. 137.

LUZ, A. B. **Estudos de Reoxidação e Redução de Ferro contido em Caulins**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, Tese Doutorado, 1998.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F. Rochas & Minerais Industriais: usos e especificações. 1. ed. Rio de Janeiro: CETEM-MCT, 2005, 867p.

MARTIN, N. B.; NOGUEIRA JUNIOR, S. Canola: uma nova alternativa agrícola de inverno para o centro-sul brasileiro. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 9-25, 1993.

MÁRTIRES. Caulim. In.: **Sumário Mineral 2010**. BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. p. 39-40, 2012.

MAYER, W. R.; ZAPAHOWSKI, R. **Colza (*Brassica napus* L. *Brassica campestris* L. e *Brassica rapa* L.)**. Laranjeiras do Sul, Universidade Federal da Fronteira Sul, 2013, 25p.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; PESKE, F. B. Recobrimento de sementes de cenoura com aglomerante em diversas proporções e fungicida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p.94-100, 2006.

MENDONÇA, E. A. F. **Recobrimento de sementes de milho superdoce**.2003, 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia- Produção e Tecnologia de sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2003.

MIALHE, L.G. **Manual de mecanização agrícola**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 1974. 301p.

MILLER, W. G. Correlation of design and testing. **Agricultural Engineering**, v. 36, n. 1, p. 23-25, 1955.

MODESTO, C.; BRISTOT, V.; MENEGALI, G.; DE BRIDA, M.; MAZZUCCO, M.; MAZON, A.; BORBA, G.; VIRTUOSO, J.; GASTALDON, M.; OLIVEIRA, A. P. N. Obtenção e caracterização de materiais cerâmicos a partir de resíduos sólidos industriais. **Cerâmica Industrial**, v. 8, n. 4, p. 14-18, 2003.

MOREIRA, R. M. G.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C.; CECON, P. R.; MINETTE, L. J. Desenvolvimento de um revolvedor mecânico de café. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, sup. 1, p. 3655-3662, 2013.

MORI, C.; TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014. 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos online, 149).

MUNHOZ, F. C. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

O'DRISCOLL, M. Bentonite: overcapacity in need of markets, **Industrial Minerals**, v. 250, p. 43-67, 1988.

OTA, Y. Promotion of Emergence and Establishment of Rice Seedlings by using Calcium Peroxide-Coated Seeds in Direct Sowing on Flooded Paddy Fields, **Japan Agricultural Research**, v. 15, n. 4, p. 221-226, 1982.

PRINCIPI, M. A.; MATTANA, R. R.; CARDINALI, O. P. COLODRO, J. L. Experimentación de un prototipo para siembra directa de grano fino de soja. **RIA**, v. 36, n. 1, p. 83-96, 2007.

QUEIROGA, V. P.; DURÁN, J. M.; LIMA, M. M. A.; QUEIROGA, D. A. N. Qualidade de sementes de algodão submetidas aos processos de encapsulamento com e sem corante. **Revista Agro@mbiente**, v. 5, n. 1, p. 24-29, 2011.

RIGRANTEC. **Tecnologia para Sementes: Polímeros.** Disponível em: <http://www.rigrantec.com.br/site/view/produtos.php?id=43>. Acesso em: 26 nov 2016.

ROMANO, F. V. **Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações.** 2003. 326 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROOS, E. E. MOORE, F. D. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science, Alexandria**, v.100, n.5, p.573-576, 1975.

ROSS, C. S.; SHANNON, E. V. Minerals of bentonite and related clays and their physical properties. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 9, n. 2, p. 77-96, 1926.

SAMPAIO, T.M.G. **Pré-acondicionamiento osmótico y recubrimiento de semillas de pimiento (*Capsicum annuum*, L.).** 1992. 278f. Tese (Doctorado em Fitotecnia), Universidad Politécnica de Madrid - Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia. Madrid. 1992.

SANTOS, C. P. F.; MELO, D. M. A.; MELO, M. A. F.; SOBRINHO, E. V. Caracterização e usos de argilas bentonitas e vermiculitas para adsorção de cobre (II) em solução. **Cerâmica**, v. 48, n. 308, p. 178-182, 2002.

SANTOS, F. C.; OLIVEIRA, J. A.; PINHO, É. V. DE R. V.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R. Tratamento químico, revestimento e armazenamento de sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3 p. 69-78, 2010.

SANTOS, P. S. **Estudo tecnologico de argilas montmoriloniticas do distrito de Boa vista, município de Campina Grande, Paraiba.** São Paulo, 1976, 53p.

SATEC. **Coating Machines.** 2011. Disponível em: <<http://www.satec-seedcoating.de/cms/index.php/en/coating-machines>>. Acesso em 29 dez 2016.

SCOTT, J. M. Seed coating and treatments and their effects on plant establishment. **Advances in Agronomy**, v. 42, p. 43-83, 1989.

SHARPLES, G. C. Lettuce seed coatings for enhanced seedling emergence. **HortScience**, Alexandria, v. 16, p. 661-2, 1981.

SILVA S. P. **Caulim - Balanço Mineral Brasileiro.** DNPM, 2001, 13p.

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3 n.2, p. 26-35, 2008.

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes.** 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. B. C.; MARTON, L. Adaptation of pelletization techniques of seeds in Brazil. In: **International Scientific Conference [On] The Application And Utilization Of The Agricultural Scientific Results In Developing Countries**, 2, 1992, Godollo, Hungria. [papers....]. Godollo: University of agriculture, tropical and subtropical agriculture department, 1992, p. 286-289.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, 1998.

SOUZA, I. M.; MACIEL, H. V.; PAULA, V. R.; MARRAFON, M. Desempenho de uma semeadora-adubadora utilizando um sistema de deposição de sementes por fita. In: Jornada Científica e Tecnológica, 6, 2014, Pouso Alegre, **Anais...** 2014, p. 1-6.

TIMÓTEO SOBRINHO, A.; TEIXEIRA, C. A.; LIMA JÚNIOR, R. G. Desenvolvimento de protótipo de máquina debulhadora de feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 3, 2013, Recife, **Anais...** 2013, p. 1-4.

TOMM, G. O. **Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 21 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Online, 26)

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P. de.; CASTRO, A.; M. G. de; LIMA, S. M. V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 27 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 118).

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Mineral Commodity Summaries 2015**. Washington. U.S. Geological Survey. 2015, 196p.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). **Mineral commodity summaries 2016**: Washington, U.S. Geological Survey, 2016, 202p.

VIDAL, M.; BONE, A.; GARCIA-RAMOS, F. J.; MALON, H.; VILLACAMPA, R. Desarrollo de máquina para la aplicación localizada de cebo rodenticidas en parcelas agrícolas. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PROJECT ENGINEERING, 15, 2011, Huesca, **Anais...** 2011, p. 1894-1906.

XAVIER, P. B.; VIEIRA, H. D.; GUIMARÃES, C. P. Physiological potential of stylosanthes cv. Campo Grande seeds coated with different materials. **Journal of Seed Science**, v.37, n.2, p.117-124, 2015.

ESTUDO 01

Desenvolvimento e avaliação de um protótipo para incrustação de sementes

Resumo

O uso de tecnologias na agricultura está cada vez mais presente. As sementes incrustadas é uma dessas tecnologias. Contudo, para sua obtenção, exige-se a utilização de máquinas e técnicas que são restritas as empresas produtoras, onerando o preço desse tipo de produto. Diante o exposto, objetivou-se desenvolver um protótipo capaz de incrustar sementes pequenas em laboratório. O protótipo foi projetado e desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, e em uma oficina localizada no mesmo município. Para elaboração do projeto conceitual do protótipo, empregou-se o programa computacional para modelagem 3D SketchUp, versão 2014. As medidas do protótipo foram expressas em milímetros (mm). O protótipo possui três partes fundamentais: (1) base de sustentação; confeccionada a partir de chapas de aço, que dá suporte ao motor, cuba e recipiente de material cimentante; (2) cuba de incrustação de sementes; confeccionada a partir de um recipiente de alumínio e onde as sementes são submetidas ao processo de incrustação pela aplicação de material cimentante e de enchimento; (3) recipiente do material cimentante: composto por um recipiente de vidro e tampa metálica o qual é responsável por armazenar o material cimentante que será levado até o interior da cuba. Para avaliar o protótipo utilizou-se a bentonita, gesso e caulim como materiais de enchimento das sementes de colza (*Brassica napus* L.). Como material cimentante foi utilizada a cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50%. As variáveis estudadas foram rendimento do protótipo, custo de produção das sementes incrustadas, tempo de produção das sementes incrustadas e resíduo gerado no processo de incrustação. O protótipo possui tamanho compacto, atendendo as necessidades laboratoriais e/ou pequeno produtor. Apresentou tempo, custo e resíduos num patamar aceitável e rendimento de até 88%.

Palavras-chave: Rendimento, custo de produção, resíduo, colza

Development and evaluation of a prototype for encrustation of seeds

Abstract

The use of technologies in agriculture is increasingly present. The encrusted seed are one of these technologies. However, to obtain them, it is necessary to use machines and techniques that are restricted to the producing companies, which will cost the price of this type of product. In view of the above, the objective was to develop a prototype capable of encrust small seeds in the laboratory. The prototype was designed and developed in the Laboratory of Storage and Processing of Agricultural Products, Federal University of Campina Grande, Campina Grande Campus, and in a locksmith shop located in the same municipality. For the conceptual design of the prototype, the 3D modeling software SketchUp, version 2014 was used. Prototype measurements were expressed in millimeters (mm). The prototype has three fundamental parts: (1) Support base; Made from steel sheets, which supports the engine, tank and container of cementing material; (2) Seed encrustation tub; made from an aluminum container and where the seeds are subjected to the scale process by the application of cementing and filling material; 3) Cement container: consisting of a glass pot and metal lid which is responsible for storing the cement material which will be brought into the vessel. colza (*Brassica napus* L.) seeds. As cement material, PVA glue was used in percentages of 20, 30, 40 and 50%. The variables studied were prototype yield, cost of production of the encrusted seeds, time of production of the encrusted seeds and residue generated in the scale process. The prototype has a compact size, meeting the laboratory needs and/or small rural producer. It presented time, cost and waste at an acceptable level and yield up to 88%.

Keywords: Yield, production cost, residue, colza

INTRODUÇÃO

A agricultura desde seu surgimento há cerca de 10 a 15 mil anos até a atualidade passou por diversas transformações. Inicialmente, a agricultura era voltada para a subsistência das comunidades que as plantavam e que também exploravam áreas do entorno. Mas, ao longo dos anos com o elevado crescimento populacional foi preciso uma maior produção para suprir as necessidades e atender a demanda do mercado, isso acabou transformando o sistema agrícola (SANTOS e NASCIMENTO, 2009).

O aparecimento das máquinas e implementos para a agricultura no século XIX possibilitou ganhos de produtividade agrícola e do trabalho, mudando definitivamente a trajetória das técnicas de produção e elevando a oferta de produtos agrícolas no mundo (VIAN et al., 2013).

Os sistemas modernos de produção agrícola convergem rapidamente para uma agricultura de precisão, que requer aperfeiçoamento dos sistemas de cultivo, garantindo o êxito técnico e econômico das atividades agrícolas, propiciando um estabelecimento ideal de plantas por unidade de área, que favorecem desde o cultivo até a colheita mecanizada (MENDONÇA, 2003).

Apesar dos avanços obtidos com o surgimento das máquinas agrícolas, existem algumas limitações por parte delas. Uma dessas limitações é o uso de sementes pequenas ou de formato irregular no plantio mecanizado, o que dificulta a correta regulagem da distribuição das sementes no solo, ocasionando, portanto, um desperdício de sementes ou um stand final irregular.

Entre as soluções propostas para sanar esse problema de produção está a utilização da técnica de revestimento das sementes. Esta técnica consiste na aplicação de materiais inertes ou não sobre as sementes, com o propósito de melhorar a distribuição na semeadura (HATHCOCK, 1984).

Um dos tipos de revestimento é a incrustação/peletização, que consiste no revestimento das sementes com um material seco, inerte, de granulometria fina (enchimento); um material cimentante (adesivo) que deve ser solúvel em água e materiais de cobertura e acabamento. Este tratamento permite dar à semente uma forma arredondada, aumentando o seu tamanho e facilitando assim a sua distribuição, seja ela manual ou mecânica (NASCIMENTO et al., 2009; LOPES e NASCIMENTO, 2012).

Para composição das sementes incrustadas/peletizadas é necessário o conhecimento dos materiais e das técnicas utilizadas no processo, que são informações inacessíveis junto as

empresas que produzem essa linha de sementes. Além disso, são necessários equipamentos específicos fornecidos por um número reduzido de empresas, que geralmente são internacionais, sem revenda no país, apresentando custo elevado, inviabilizando sua utilização por produtores da agricultura familiar.

Assim, o desenvolvimento de um equipamento alternativo, que possibilite a incrustação de sementes pequenas, apresente baixo custo e que seja de fácil utilização traria ao produtor uma forma de aumentar sua margem de lucro.

OBJETIVOS

Geral

Desenvolver e avaliar um protótipo capaz de incrustar sementes de colza a nível de laboratório e/ou pequeno produtor.

Específicos

- Projetar e construir um protótipo capaz de incrustar sementes de colza (*Brassica napus* L.);
- Avaliar o protótipo quanto ao rendimento, custo de produção das sementes incrustadas, tempo de produção e resíduo gerado no processo.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de desenvolvimento do protótipo

O protótipo foi projetado e desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola – UA EA) e em uma oficina localizada no distrito industrial do município de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Concepção do projeto e construção do protótipo

Baseado em máquinas agrícolas para produção de sementes incrustadas e/ou peletizadas, empregou-se a técnica para desenvolvimento do projeto sugerida por Pahl e Beitz (1996) (Figura 01).

Primeiramente, deu-se início com o estabelecimento e detalhamento das tarefas de esquematização do protótipo, levantando-se os requisitos de projeto dos quais o protótipo precisaria para atender as demandas de incrustação de sementes, levando-se em consideração as principais restrições envolvidas na solução do problema.

A partir do estabelecimento das tarefas e requisitos do projeto, definiu-se a estrutura e funções que o protótipo teria que realizar. Assim, buscou-se por princípios de solução que atendessem todas as funções. Diante disso, gerou-se o projeto conceitual do protótipo para incrustação de sementes. Nesse projeto definiu-se o layout do protótipo, detalhando as principais dimensões, forma e componentes que integrariam o protótipo.

Mediante o projeto conceitual do protótipo, partiu-se para a etapa de fabricação, onde utilizou-se máquinas e equipamentos convencionais encontrados em serralharias, tais como torno mecânico, furadeira, dobradora, rebidadeira, chaves de boca, chave fresada, chave de fenda chata, máquina de solda, dentre outros. Depois de construído o protótipo, a base de sustentação foi pintada com auxílio de uma pistola de pintura e compressor para facilitar a limpeza e conservação.

O protótipo e seus componentes foram projetados em três dimensões (3D) no software Sketchup, versão 2014, com as medidas em milímetros. Esse projeto, com todas as dimensões, foi levado a uma oficina especializada para confecção, seguindo o fluxograma (Figura 01) proposto por Pahl e Beitz (1996).



Figura 01. Fluxograma para desenvolvimento do protótipo para incrustação de sementes de colza. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Descrição do protótipo para incrustação de sementes

O protótipo para incrustação de sementes é composto por três partes fundamentais:

Base de sustentação (Figura 02)

Na base (12) está localizado o motor (11), responsável pelo giro da cuba (02), e o secador (14), responsável por diminuir a umidade das sementes ao aplicar as caldas e os pós. A base foi confeccionada em chapas de aço e pintada com tinta sintética para facilitar a limpeza e conservação. Essa base serve de suporte para a cuba, onde as sementes são incrustadas. Ainda na base, na face superior esquerda há uma mangueira (08) que é ligada ao secador e que leva ar quente até o interior da cuba

Cuba de incrustação das sementes (Figura 02 e 03)

A cuba (02) fica posicionada na face superior, na parte central da base, que é acoplada ao motor (11) através de um eixo, possui na extremidade uma porca, permitindo a retirada da cuba para limpeza e reposição. Envolvendo essa cuba existe uma peça cilíndrica que confere proteção ao usuário quando o protótipo está em funcionamento e também confere suporte para a tampa da cuba. Na tampa (01) existe um funil (07) e as mangueiras da calda (03-15) e do secador (08).

Recipiente de material cimentante (Figura 02 e 04)

A terceira parte é o recipiente do material cimentante (04), onde a calda é depositada e levada até o interior da cuba utilizando uma pressão de ar gerada por um compressor. Na tampa do recipiente do material cimentante há duas válvulas, onde em uma delas o ar do compressor entra, por uma mangueira (05), forçando o material cimentante a entrar no tubo ligado à segunda válvula, a qual é ligada as mangueiras (03-15) que chegaram ao interior da cuba. No interior da cuba o material cimentante é pulverizado nas sementes em movimento utilizando dois bicos pulverizadores (17) posicionados de forma oposta entre eles. Ainda no interior da cuba existe um dispersor (18) responsável por desagregar as sementes em giro, expondo elas ao ar quente gerado pelo secador.

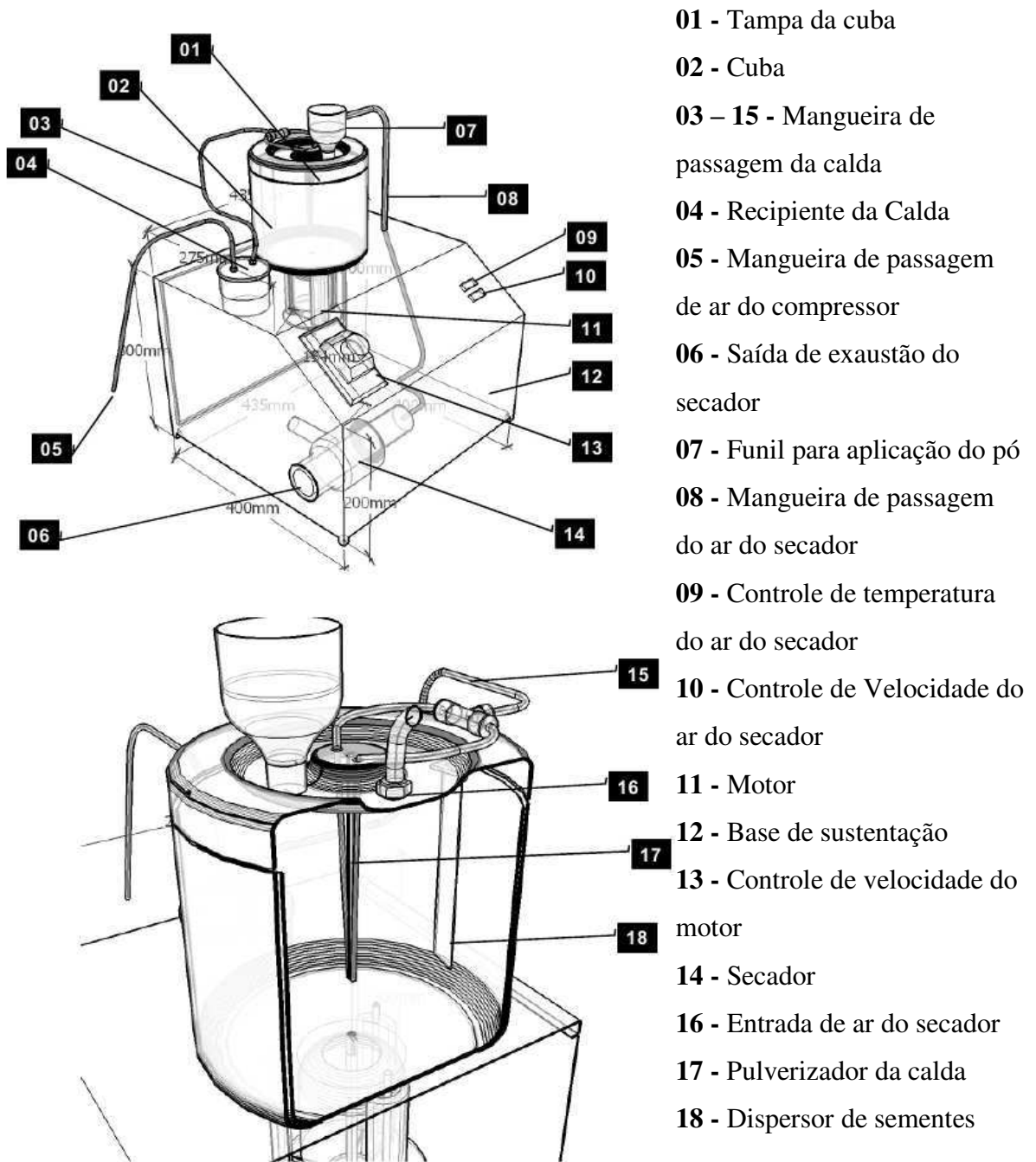


Figura 02. Visão isométrica do protótipo, corte longitudinal da cuba de incrustação das sementes e componentes do protótipo para incrustação de sementes. Campina Grande, Paraíba, 2017.

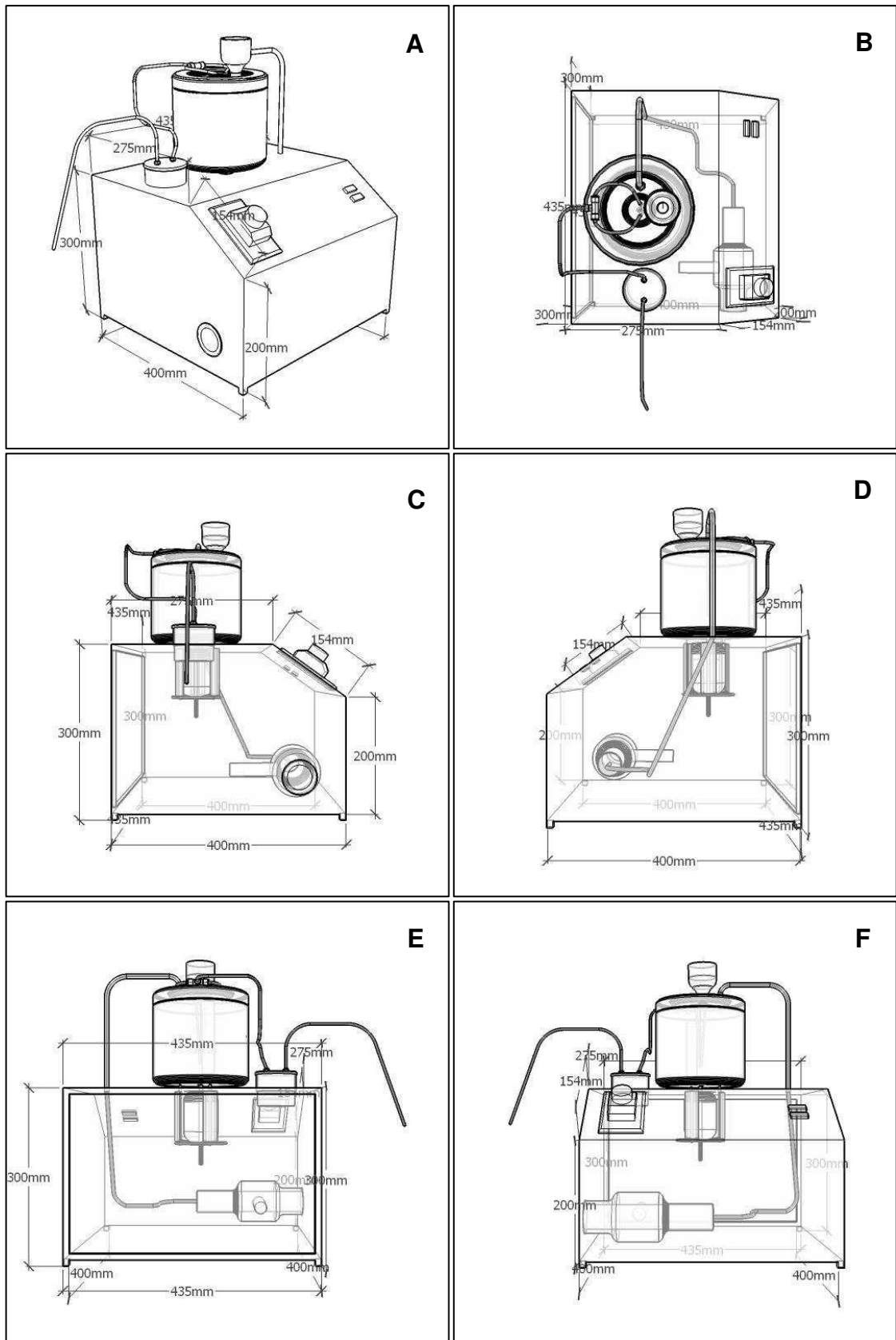


Figura 03. Perspectivas do protótipo para incrustação de sementes. Visão (A) isométrica; (B) superior; (C) lateral esquerda; (D) lateral direita; (E) posterior e (F) frontal. Campina Grande, Paraíba, 2017.

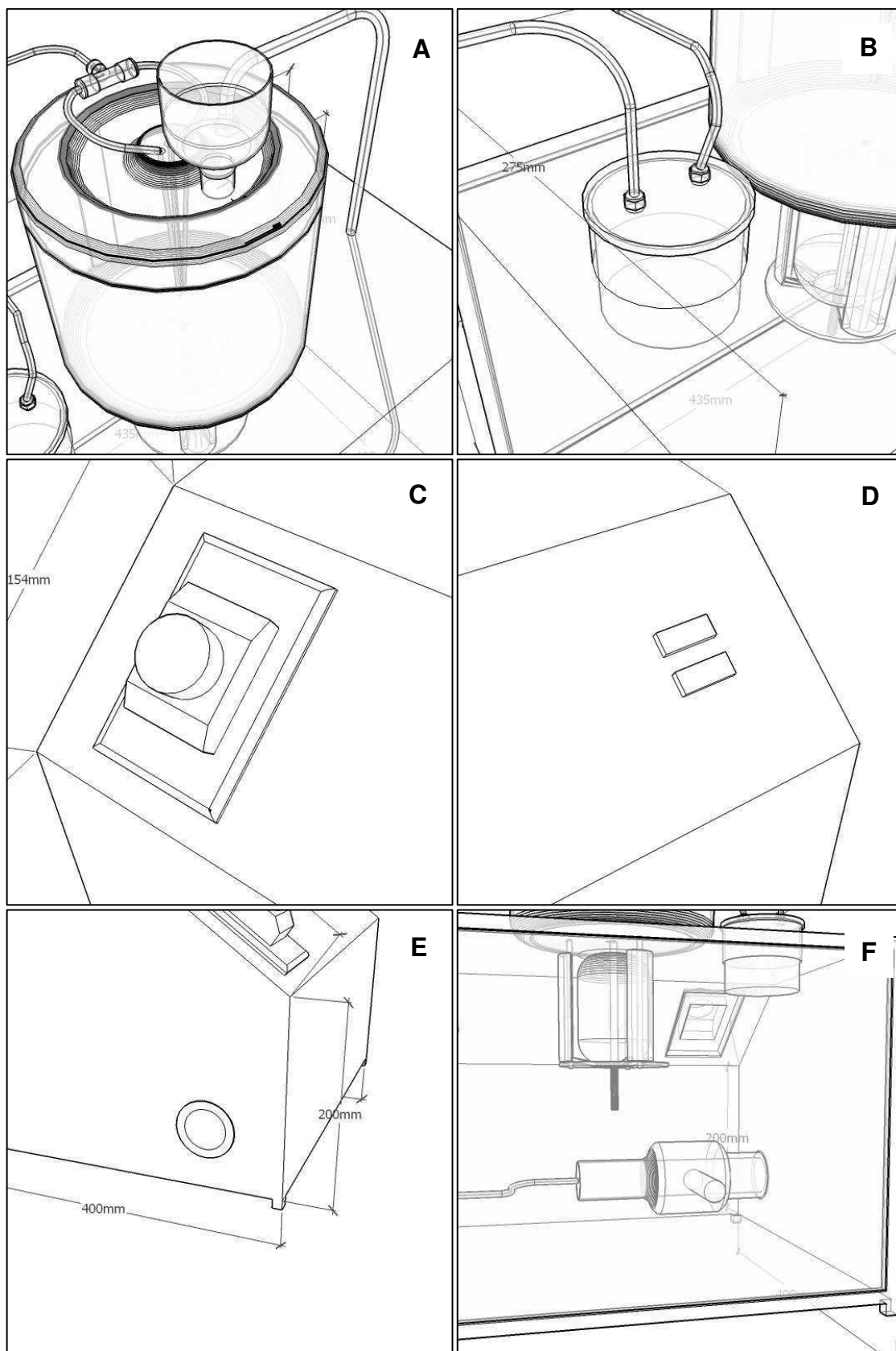


Figura 04. Perspectivas dos componentes do protótipo para incrustação de sementes. (A) Cuba, tampa e funil; (B) recipiente da calda; (C) Controlador de velocidade da cuba; (D) Controlador de temperatura e velocidade do ar do secador; (E) saída de exaustão do secador e (F) secador e motor. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Informações técnicas dos componentes

O motor de giro da cuba possui uma potência de 170 w, gerando um consumo médio aproximado de energia de 0,16 kw h⁻¹, trabalhando na voltagem de 220 v. Para o secador, o mesmo possui uma potência de 1700 w, gerando um consumo médio de 1,7 kw h⁻¹ e trabalhando na voltagem de 220 v. Essas informações foram retiradas dos manuais do fabricante de cada respectivo componente (Tabela 07).

Tabela 07. Informações técnicas dos componentes: motor de giro da cuba e secador. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Características	Motor	Secador
Potência	170 w	1700 w
Consumo aproximado de Energia	0,16 kw h ⁻¹	1,7 kw h ⁻¹
Voltagem	220 v	220 v

Metodologia para utilização do protótipo para incrustação de sementes

Desenvolveu-se uma metodologia para utilização do protótipo onde contempla a sequência de utilização do protótipo, desde a adição das sementes ao protótipo até a obtenção das sementes incrustadas. Essa metodologia foi baseada em relatos encontrados na literatura, realizando-se modificações para o protótipo desenvolvido, conforme Figura 05.

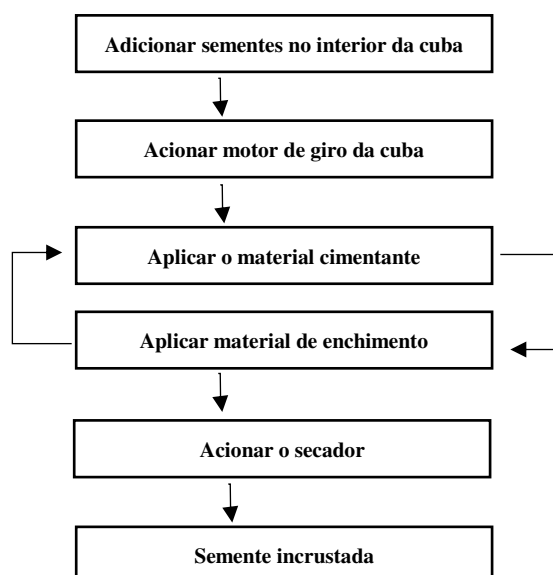


Figura 05. Fluxo de funcionamento do protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.). Campina Grande, Paraíba, 2017.

Avaliações do protótipo para incrustação de sementes

O protótipo foi avaliado quanto ao rendimento, custo de produção, tempo de produção e resíduo gerado pelo protótipo com os materiais de enchimento bentonita, gesso e caulim e a cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50% na calda, como material cimentante. Para isso utilizou-se 150 g do material de enchimento e 30 g de sementes de colza (*Brassica napus* L.). Mediante testes preliminares, adotou-se a temperatura de 50°C para o secador e a cuba de incrustação girando na rotação de 80 rpm. Para determinação da rpm utilizou-se um tacômetro digital.

Rendimento do protótipo

Os rendimentos do protótipo para incrustação de sementes, nos diferentes materiais de enchimento e percentuais de material cimentante foram determinados de acordo com Medeiros et al. (2004), utilizando a fórmula (1.1) abaixo:

$$R(\%) = 100 * ((PSIn)/(PSN + PME + PC)) \quad (1.1)$$

Onde:

PSN: Peso da semente nua (g)

PME: Peso do material de enchimento (g)

PC: Peso do cimentante (g)

PSIn: Peso da semente incrustada (g)

Custo de produção das sementes

O custo de produção das sementes incrustadas no protótipo, nos diferentes materiais de enchimento e percentuais de material cimentante, foi calculado pela fórmula (1.2) (Modificada de BARROS NETO et al., 2013), que levou em consideração o custo dos materiais (semente, material de enchimento e cimentante), suas quantidades, a energia elétrica utilizada e seu custo e o rendimento do protótipo. Os valores referentes ao consumo de energia foram obtidos nos manuais dos componentes. Os valores dos materiais (bentonita, gesso, caulim, cola PVA e sementes) foram obtidos a partir de uma tomada de preço realizada na internet, através da média

de preço de três fornecedores. O custo da energia foi obtido através da empresa local de distribuição de energia elétrica (Tabela 08).

Tabela 08. Custos médios dos materiais utilizados no cálculo do custo de produção das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim, e cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50% na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Material	Custo
Bentonita	20,00 R\$ kg ⁻¹
Gesso	2,00 R\$ kg ⁻¹
Caulim	12,00 R\$ kg ⁻¹
Semente	6,00 R\$ kg ⁻¹
Cola PVA Cascorez	14,00 R\$ L ⁻¹
Energia elétrica	0,43669 R\$ kW ⁻¹

$$CT(R\$) = 1000 * [((QSN * C1) + (QME * C2) + (QMC * C3) + (E * T * C4))/QFSI] \quad (1.2)$$

CT: Custo de produção das sementes (R\$ kg⁻¹)

QSN: Quantidade de sementes nua (g);

QME: Quantidade de material de enchimento (g);

QMC: Quantidade de material cimentante (g);

E: Energia consumida no processo (kw h⁻¹);

T: Tempo consumido no processo (h);

C1: Custo da semente nua (R\$ kg⁻¹);

C2: Custo do material de enchimento (R\$ kg⁻¹);

C3: Custo do material cimentante (R\$ L⁻¹);

C4: Custo da energia elétrica (R\$ kwh⁻¹);

QFSI: Quantidade final de sementes incrustadas (g)

Tempo de produção das sementes incrustadas

O tempo de produção das sementes para cada combinação de material de enchimento e percentual de material cimentante foi registrado com o cronômetro digital. O período de tempo para cada combinação (enchimento e cimentate) foi registrado desde o acionamento do

protótipo até a total aplicação e fixação dos materiais na superfície das sementes. O ponto de término do processo se deu quando visualmente não ocorreu mais agregação de material à superfície das sementes.

Resíduo gerado no processo de incrustação

Após a finalização de cada processo de incrustação, a cuba foi retirada e todo material foi peneirado. O resíduo gerado no processo de incrustação foi determinado pelo pó resultante do peneiramento das sementes e raspagem da cuba para retirada do material agregado em suas paredes. Após esse processo, o resíduo foi pesado em balança digital de precisão e o resultado expresso em gramas.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado e disposto em esquema fatorial 3 x 4 (materiais de enchimento x percentuais de material cimentante). Cada processo de incrustação foi repetido quatro vezes. Os dados foram submetidos a Análise de Variância ($P \leq 0,05$). Para o fator quantitativo, utilizou-se regressão na análise de variância, gerando-se modelos para cada material de enchimento. Para o fator qualitativo as médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Realizou-se ainda, para cada material de enchimento, correlação linear de Pearson entre as variáveis de avaliação do protótipo. Para todas as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional Assistat, versão 7.7.

RESULTADOS

O protótipo para incrustação de sementes (Figura 06 A) é composto por três partes fundamentais: (1) base de sustentação, (2) cuba de incrustação de sementes e (3) recipiente de material cimentante.

Base de sustentação

A base é construída em chapa de aço nº 18 e tubos metalon quadrado de 20 mm, conferindo resistência a estrutura. A mesma apresenta tamanho compacto, atendendo as

necessidades de laboratório e pequenos produtores. A base foi pintada com tinta esmalte sintético para evitar ferrugem e facilitar a limpeza.

Na base estão fixados o controlador de velocidade do motor de giro da cuba (Figura 06 B) e os controladores do secador (Figura 06 C). Ainda na base, encontra-se o recipiente de material cimentante (Figura 06 D).

No interior da base (Figura 06 I) estão fixados o secador e o motor de giro da cuba. O secador é ligado a cuba por meio de uma mangueira ($\varnothing = 3/8''$) que é fixada a ela utilizando uma válvula de fixação rápida ($3/8''$). Na parte externa esquerda da base de sustentação encontra-se uma saída de exaustão do secador, permitindo a entrada de ar frio e saída de ar quente através da mangueira.

Cuba de incrustação das sementes

A cuba é confeccionada a partir de um recipiente de alumínio cilíndrico que tem capacidade para 2,5 L. No interior da cuba o material cimentante é aplicado às sementes por meio de bicos pulverizadores (Figura 06 G) que são dispostos de forma oposta entre eles, para maximizar a aplicação. No interior da cuba existe um dispersor (Figura 06 H) o qual promove a desagregação entre as sementes, permitindo que os materiais de enchimento e cimentante tenham maior eficiência. A cuba é fixada ao eixo utilizando uma porca, facilitando a limpeza e reposição.

Recipiente de material cimentante

O recipiente de material cimentante é de vidro temperado (300 mL) e a tampa de alumínio, onde estão fixadas duas válvulas ($\varnothing = 1/4''$). Em uma das mangueiras, o ar gerado por um compressor, a uma pressão de 30 Psi, entra fazendo com que o líquido depositado no recipiente seja empurrado através da outra válvula a qual fixa a mangueira que leva o material cimentante até o interior da cuba (Figura 06 E e F).

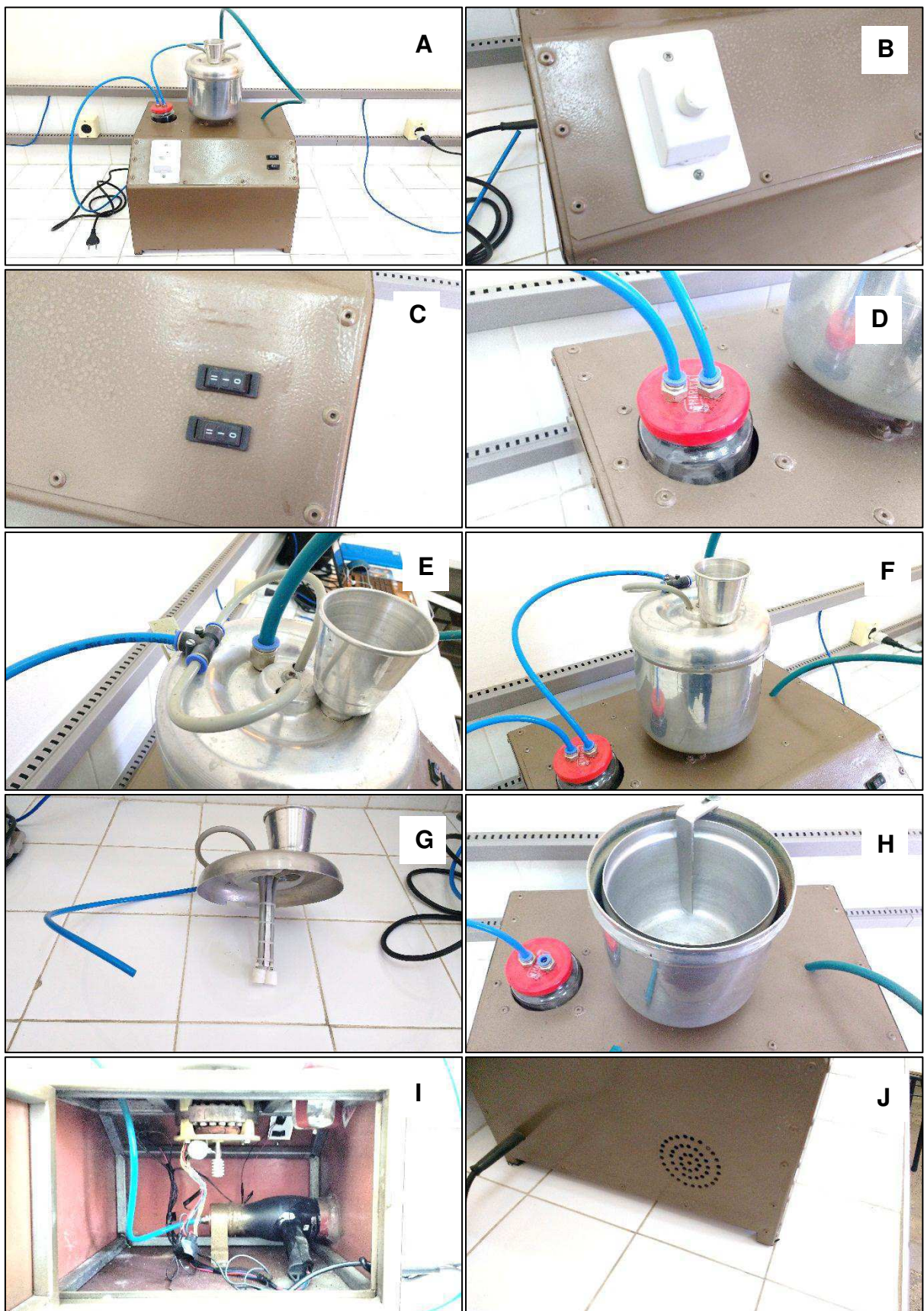


Figura 06. Protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) e seus componentes. (A) Visão total do protótipo; (B) controlador de velocidade de rotação da cuba; (C) controladores de temperatura e velocidade do ar do secador; (D) recipiente de material cimentante; (E) Tampa da cuba com acoplamento das mangueiras do secador e material cimentante; (F) ligação do recipiente do material cimentante à tampa; (G) sistema de pulverização do material cimentante; (H) interior da cuba e dispersor das sementes; (I) saída de exaustão do secador; (J) motor para giro da cuba e secador. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 09 estão contidos os valores dos quadrados médios referentes ao rendimento do protótipo (R), custo total de produção das sementes incrustadas (CT), tempo para preparação das sementes incrustadas (T) e resíduo gerado no processo de incrustação (RP). Observa-se que para as variáveis rendimento do protótipo, custo total de produção das sementes incrustadas e resíduo gerado no processo de incrustação, os fatores isolados ou em interação apresentaram efeito altamente significativo, revelando diferenças estatísticas entre os tratamentos. Por outro lado, para a variável tempo, os fatores isolados ou em interação não apresentaram efeito significativo.

Tabela 09. Quadrados médios referentes ao rendimento (R), custo total de produção das sementes incrustadas (CT), tempo de incrustação (T) e resíduo gerado no processo (RP). Campina Grande, Paraíba, 2017.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		R	CT	T	RP
ME	2	2603,7763**	464,2216**	5,2409 ^{ns}	27631,5674**
PC	3	187,5847**	34,3320**	0,9778 ^{ns}	207,9501**
ME x PC	6	237,3282**	57,4494**	0,8880 ^{ns}	901,2712**
Erro	36	4,1279	0,9189	1,8108	7,9447

** ^{ns} significativo a 1% e não significativo, respectivamente.

Na Tabela 10 estão organizadas as médias do rendimento do protótipo para incrustação de sementes de colza (*B. napus* L.) nos diferentes materiais de enchimento e percentuais de material cimentante. Observa-se que no percentual de 20, o maior rendimento foi constatado quando utilizado o caulim (68,08%), diferindo estatisticamente do rendimento verificado quando utilizada a bentonita (59,11%), a qual apresentou um comportamento intermediário. Por outro lado, quando se utilizou o gesso, o rendimento foi de 48,66%, sendo diferente estatisticamente dos demais materiais e o menor rendimento para esse percentual.

Para os percentuais de 30, 40 e 50%, os maiores rendimentos foram constatados quando se utilizou a bentonita (76,95; 79,86 e 88,63%, respectivamente), apresentando diferença estatística do caulim (68,75; 62,54 e 63,78%, respectivamente), sendo esse o material que proporcionou um rendimento intermediário. O gesso diferiu estatisticamente dos demais materiais, exibindo menor rendimento, com valores variando de 62,54 a 68,75% (Tabela 10).

Tabela 10. Médias do rendimento (%) do protótipo para incrustação de sementes colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Bentonita	59,11 ± 0,70 b	76,95 ± 0,65 a	79,86 ± 0,77 a	88,63 ± 0,52 a
Gesso	48,66 ± 0,14 c	52,46 ± 0,78 c	51,30 ± 0,91 c	50,65 ± 0,92 c
Caulim	68,08 ± 0,99 a	68,75 ± 0,76 b	62,54 ± 1,37 b	63,78 ± 1,33 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,16

Na Figura 07 estão representados graficamente os rendimentos do protótipo para incrustação de sementes de colza (*B. napus* L.) nos diferentes percentuais de material cimentante. Segundo a regressão na análise de variância, os modelos de maior grau que melhor se ajustaram aos dados do rendimento em função do percentual de material cimentante na calda foi de segundo grau para bentonita e o gesso, com coeficientes de determinação de 0,95 e 0,80, respectivamente. Para o caulim o modelo de maior grau que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de primeiro grau, com coeficiente de determinação de 0,63. Observa-se que para a bentonita houve um incremento de rendimento com o aumento do percentual de material cimentante na calda, com rendimento de aproximadamente 60% quando utilizado o percentual de 20%, chegando a um rendimento de aproximadamente 90% quando se utilizou o percentual de 50%. Para o gesso e o caulim nota-se que praticamente não houve incremento de rendimento com o aumento do percentual de material cimentante na calda. Para o gesso, ao se utilizar o percentual de 20% houve um rendimento em torno de 50%, e quando utilizado o percentual de 50% o rendimento continuou por volta de 50%. Para o caulim, ao se utilizar o percentual de 20% o rendimento foi de aproximadamente 68%, ocorrendo uma leve queda chegando a aproximadamente 63% quando utilizado o percentual de 50%.

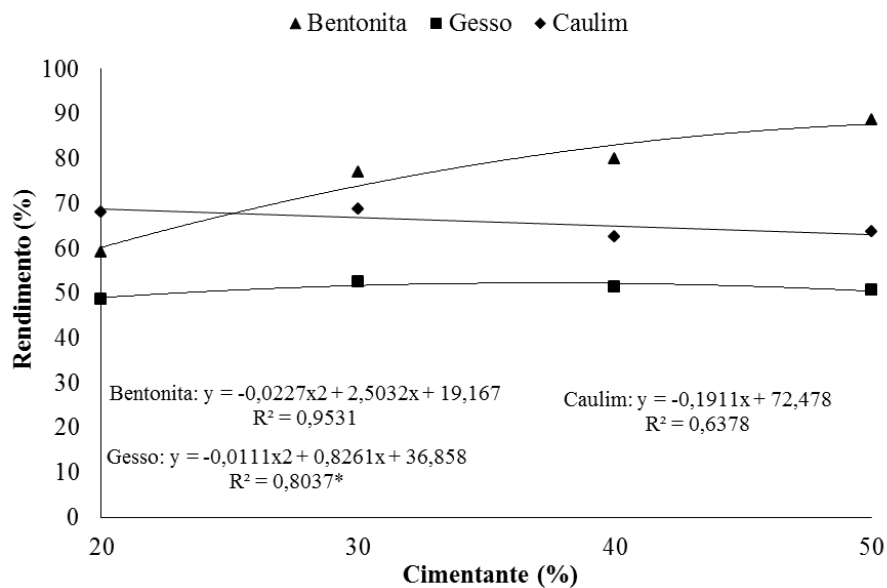


Figura 07. Rendimento (%) do protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.

As médias do custo de produção das sementes de colza, incrustadas no protótipo, utilizando bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante estão organizadas na Tabela 12. Nos percentuais de 20 e 30% o gesso apresentou os menores custos de produção (23,62 e 22,19 R\$ kg⁻¹, respectivamente), diferindo estatisticamente de quando se utilizou o caulim (28 e 27,93 R\$ kg⁻¹, respectivamente). A bentonita, porém, apresentou o maior custo de produção, com valores variando de 32,62 a 42,32 R\$ kg⁻¹ (Tabela 11).

Para o percentual de 40%, o menor custo de produção das sementes incrustadas foi constatado quando utilizado o gesso (23,03 R\$ kg⁻¹), diferindo estatisticamente de quando utilizado o caulim e a bentonita (30,92 e 31,61 R\$ kg⁻¹, respectivamente), os quais não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 11).

No percentual de 50% o menor custo de produção das sementes de colza incrustadas foi constatado quando se utilizou o gesso (23,50 R\$ kg⁻¹), diferindo estatisticamente da bentonita (28,68 R\$ kg⁻¹), apresentando um custo intermediário. Todavia, o caulim apresentou o maior custo de produção dentre os materiais (30,59 R\$ kg⁻¹), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 11).

Tabela 11. Médias do custo de produção (R\$ kg⁻¹) das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas no protótipo com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Bentonita	42,32 ± 0,54 a	32,62 ± 0,27 a	31,61 ± 0,52 a	28,68 ± 0,58 b
Gesso	23,62 ± 0,08 c	22,19 ± 0,33 c	23,03 ± 0,42 b	23,50 ± 0,45 c
Caulim	28,00 ± 0,41 b	27,93 ± 0,26 b	30,92 ± 0,68 a	30,59 ± 0,65 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,33

As médias dos custos de produção das sementes de colza, incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante estão representados graficamente na Figura 08. De acordo com a regressão na análise de variância, os modelos de maior grau que melhor se ajustaram aos dados experimentais do custo de produção em função dos percentuais de material cimentante foi de primeiro grau para o caulim e de segundo grau para bentonita e gesso. Para bentonita, gesso e caulim os coeficientes de determinação foram de 0,94 e 0,72, 0,73, respectivamente. Nota-se que para a bentonita, houve uma diminuição do custo de produção ao se aumentar o percentual de material cimentante, com um custo de 42,32 R\$ kg⁻¹ quando se utilizou o percentual de 20%, atingindo um custo de 28,68 R\$ kg⁻¹ ao se utilizar o percentual de 50%.

Para o gesso e o caulim, observa-se pouca alteração no custo de produção ao se aumentar o percentual de material cimentante. Para o gesso, o custo para produzir um quilo de semente de colza incrustada, ao se utilizar o percentual de 20% foi de R\$ 23,62. Contudo, ao se utilizar o percentual de 50% esse valor pouco se alterou sendo de R\$ 23,50. Para o caulim, pode-se constatar um leve aumento do custo de produção com o aumento do percentual de material cimentante na calda, sendo de R\$ 28,00 para 20% e de R\$ 30,59 quando utilizado o percentual de 50% (Figura 08).

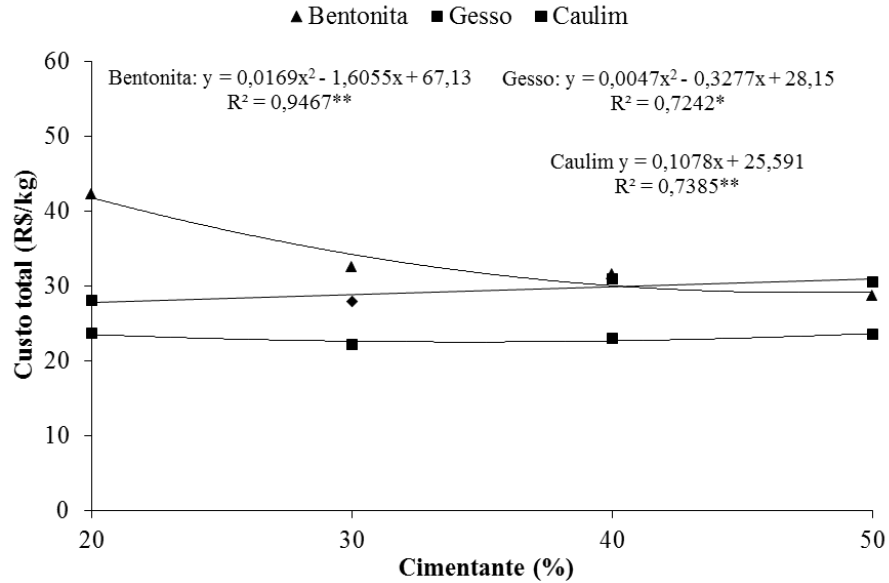


Figura 08. Custo de produção (R\$ kg⁻¹) das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim nos percentuais de cola PVA. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 12 estão contidas as médias para o resíduo gerado no processo de incrustação de sementes de colza com diferentes materiais de enchimento e percentuais de cimentante utilizando o protótipo. De forma geral, pode-se observar que o maior resíduo foi constatado quando utilizado o caulim, o qual teve valores variando de 123,76 a 138,48 g. O caulim foi estatisticamente diferente do gesso, o qual apresentou o segundo maior resíduo, com valores variando de 92,19 a 103,43 g. A bentonita, dentre os três materiais de enchimento, foi aquele que apresentou menor resíduo e diferiu estatisticamente dos outros dois materiais de enchimento. Para a bentonita os valores de resíduo variaram de 30,61 a 77,71 g (Tabela 12).

Tabela 12. Médias do resíduo (g) gerado no processo de incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) no protótipo com bentonita, gesso ou caulim, e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Bentonita	77,71 ± 0,98 c	45,12 ± 0,95 c	39,62 ± 0,15 c	30,61 ± 0,28 c
Gesso	92,19 ± 0,53 b	93,31 ± 1,22 b	99,42 ± 0,50 b	103,43 ± 0,50 b
Caulim	123,76 ± 0,31 a	125,61 ± 0,31 a	135,84 ± 0,42 a	138,48 ± 0,29 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,06

As médias do resíduo gerado no processo de incrustação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de material cimentante na calda estão representadas na Figura 09. De acordo com a regressão na análise de variância

para a bentonita o modelo de maior grau que melhor se ajustou aos dados experimentais do resíduo em função dos percentuais foi o de segundo grau, com coeficiente de determinação de 0,95. Por outro lado, para o gesso e o caulim, os modelos que melhor se ajustaram foi o de primeiro grau, com coeficientes de determinação de 0,92 e 0,64, respectivamente. Na bentonita pode-se observar que houve uma diminuição do resíduo no final do processo ao se aumentar o percentual de cimentante na calda. No menor percentual (20%) de cimentante, para esse material, o resíduo foi de 77,71 g, ocorrendo uma queda nessa quantidade, chegando a 30 g quando utilizado o maior percentual de cimentante (50%).

Quando utilizado o gesso como material de enchimento nota-se um leve aumento do resíduo com o aumento do percentual de material cimentante, sendo de 92,19 g para o percentual de 20% e de 103,43 g para o percentual de 50%. O caulim apresentou comportamento semelhante ao gesso, ocorrendo um leve aumento do resíduo com o aumento do percentual de material cimentante. Quando utilizado o percentual de 20% o resíduo médio foi de 123,76 g, chegando a 138,48 g quando se utilizou o percentual de 50% de material cimentante na calda (Figura 09).

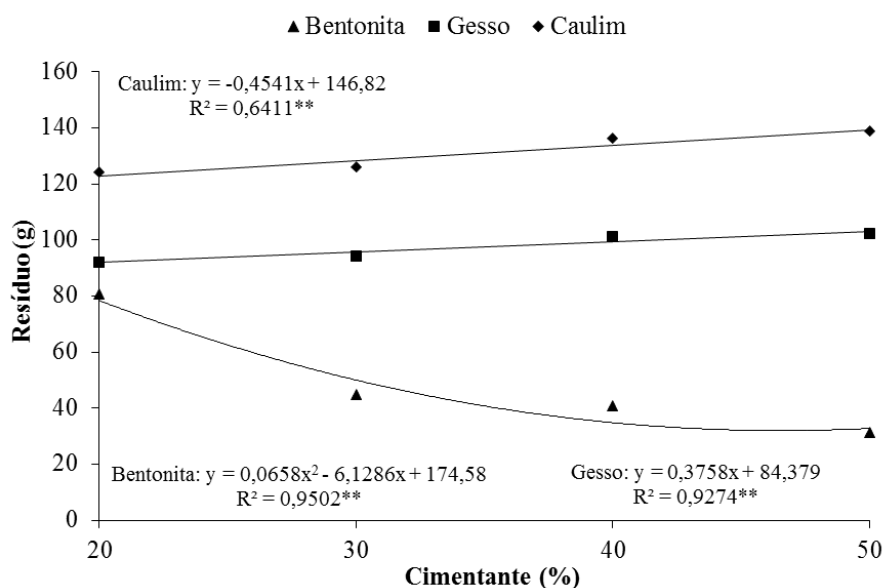


Figura 09. Resíduos (g) gerados no processo de incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 13 estão organizados os resultados da Correlação Linear de Pearson entre as variáveis rendimento, custo de produção das sementes, tempo de produção e resíduo gerado no processo. Para a bentonita verifica-se que entre as variáveis custo e tempo; custo e resíduo; e tempo e resíduo ocorreu uma covariação diretamente proporcional. Assim, constata-se que o

aumento do custo de produção está fortemente ligado ao aumento do tempo e resíduo. Ou seja, o custo de produção aumenta com o tempo de produção e do resíduo gerado. Por outro lado, entre as variáveis rendimento e custo; e rendimento e resíduo observa-se uma covariação inversamente proporcional. Deste modo, o aumento do rendimento do protótipo irá diminuir o custo de produção e o tempo de produção das sementes incrustadas.

Para o material de enchimento caulim, observa-se que apenas entre as variáveis rendimento e custo ocorreu significância, apresentando uma covariação inversamente proporcional. Para esse material, o aumento de rendimento está fortemente ligado ao custo, verificando-se que, assim como a bentonita, o aumento de rendimento diminui o custo de produção das mesmas (Tabela 13).

Em relação ao caulim, observa-se que ocorreu fortes correlações entre as variáveis rendimento e custo; rendimento e resíduo; e custo e resíduo. Para as duas primeiras comparações (rendimento e custo; rendimento e resíduo), observa-se uma covariação inversamente proporcional. Desta forma, o aumento de rendimento é responsável por reduzir os custos de produção e o resíduo gerado no processo. Para a terceira comparação, observa-se uma covariação diretamente proporcional, havendo assim um aumento do custo de produção com o aumento do resíduo gerado no processo (Tabela 13).

Tabela 13. Resultados da análise de correlação simples entre as variáveis estudadas do protótipo para incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) com bentonita, gesso ou caulim. Campina Grande, Paraíba, 2017.

BENTONITA		
Correlação	Coefficiente de Correlação (r)	Significância
Rendimento x Custo	-0,9909	**
Rendimento x Tempo	-0,4741	ns
Rendimento x Resíduo	-0,9833	**
Custo x Tempo	0,5077	*
Custo x Resíduo	0,9940	**
Tempo x Resíduo	0,5005	*
GESSO		
Correlação	Coefficiente de Correlação (r)	Significância
Rendimento x Custo	-0,9329	**
Rendimento x Tempo	-0,1059	ns
Rendimento x Resíduo	0,1619	ns
Custo x Tempo	0,2322	ns
Custo x Resíduo	0,1349	ns
Tempo x Resíduo	-0,0835	ns

CAULIM		
Correlação	Coefficiente de Correlação (r)	Significância
Rendimento x Custo	-0,9896	**
Rendimento x Tempo	-0,0458	ns
Rendimento x Resíduo	-0,7023	**
Custo x Tempo	0,1277	ns
Custo x Resíduo	0,7724	**
Tempo x Resíduo	0,0944	ns

(**)(*)(ns) Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente.

Em geral, o protótipo para incrustação de sementes apresentou resultados satisfatórios com as sementes de colza, atingindo rendimentos de até 88% quando utilizada bentonita combinada com a cola PVA a 50%. Em relação aos custos de produção das sementes, a máquina, novamente, exibiu bons resultados, produzindo sementes incrustadas com valores variando de 23 a 42 R\$ kg⁻¹ sendo acessíveis aos produtores da agricultura familiar. De maneira geral, a máquina desenvolvida neste trabalho conseguiu atingir os objetivos pelos quais foi idealizada, podendo ser difundida para pequenas comunidades e associações rurais. A fim de complementar este estudo, se faz necessário a avaliação dessa máquina para sementes pequenas de outras espécies, que tenham formatos, pesos e características das suas superfícies distintos da estudada neste trabalho.

DISCUSSÃO

Em geral, o protótipo para incrustação de sementes apresentou resultados satisfatórios com as sementes de colza, atingindo rendimentos de até 88% quando utilizada bentonita combinada com a cola PVA a 50%. Em relação aos custos de produção das sementes, a máquina, novamente, exibiu bons resultados, produzindo sementes incrustadas com valores acessíveis aos produtores da agricultura familiar.

Pode-se constatar que o material de enchimento e o percentual de material cimentante influenciaram no rendimento do protótipo. Nota-se que o aumento do percentual de cimentante para o gesso e o caulim pouco influenciou o rendimento. Por outro lado, a bentonita se comportou de forma distinta, ocorrendo um incremento de até aproximadamente 30% com a variação dos percentuais de cimentante, obtendo os melhores rendimentos.

Quanto ao custo de produção das sementes, verifica-se que na bentonita, ocorreu uma diminuição com o aumento do percentual de material cimentante. Já para o gesso e o caulim o

custo de produção pouco se alterou com o aumento do percentual de material cimentante. É esperado que o custo seja reduzido com o aumento do percentual de cimentante, uma vez que é função do rendimento. Ou seja, quando o rendimento aumenta necessita-se de uma menor quantidade de material de enchimento para obter sementes do tamanho desejado. Assim como no rendimento, o custo pouco se alterou no gesso e caulim. Os custos de produção entre os materiais foram diferentes por serem função do rendimento, mas também por apresentarem materiais de enchimento com custos diferentes, o que fez com que o gesso, apesar de ter baixo rendimento, apresentasse menor custo. Comportamento semelhante ocorreu com o caulim.

Em relação ao resíduo vê-se que a bentonita dentre os três materiais, interagiu de forma mais eficiente com o cimentante, apresentando os menores resíduos. Vê-se ainda que na bentonita o aumento do percentual de material cimentante proporcionou uma redução do resíduo, mostrando compatibilidade entre o material cimentante e o de enchimento. O gesso e o caulim apresentaram um leve aumento do resíduo com o aumento do material cimentante, diferentemente da bentonita, a qual teve uma redução visível do resíduo com o aumento do percentual de cimentante.

A bentonita se destacou para todas as variáveis estudadas, mostrando maior compatibilidade com o material cimentante utilizado. Assim, a bentonita, do ponto de vista do protótipo, é o material mais indicado para utilização no processo de incrustação. A escolha definitiva do material de enchimento ainda deve envolver avaliações das características físicas e fisiológicas das sementes.

Isso é um aspecto importante, haja vista que os materiais apresentam níveis de compatibilidade diferentes entre si. Mendonça et al. (2007) verificaram comportamento semelhante, onde os autores trabalhando com diferentes materiais de enchimento e cimentante observaram níveis de agregação do material de enchimento variando de acordo com a combinação utilizada.

Em relação aos parâmetros avaliados do protótipo verifica-se que o mesmo apresenta desempenho satisfatório com rendimento de até 88% estando de acordo com os resultados obtidos por Medeiros et al. (2004), os quais avaliando um protótipo para recobrimento de sementes, utilizando sementes de cenoura, vermiculita (enchimento) e cola PVA (cimentante), obtiveram rendimentos variando de 77,3 a 88,7%.

De maneira geral, o protótipo desenvolvido neste trabalho conseguiu atingir os objetivos, podendo ser difundida para pequenas comunidades e associações rurais. A fim de complementar este estudo, se faz necessário a avaliação dessa máquina para sementes pequenas

de outras espécies, que tenham formatos, pesos e características das suas superfícies distintos da estudada neste trabalho.

CONCLUSÕES

Diante o apresentado acima, pode-se concluir que:

- O protótipo projetado e desenvolvido é funcional e capaz de incrustar sementes de colza (*Brassica napus* L.);
- O protótipo apresenta desempenho satisfatório, com rendimento de até 88% e custo das sementes de até 42 R\$ kg⁻¹;

REFERÊNCIAS

BARROS NETO, J. J. S.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P.; ALBUQUERQUE, E. M. B. Projeto e validação de máquina para produção de extrato de amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.18, n.11, p.1165–1171, 2014.

HATHCOCK, A.L. Tall fescue and Kentucky bluegrass response to fertilizer and lime seed coatings. **Agronomy Journal**, v.76, n.6, p.879-883. 1984.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; ELCHOLZ, E. D. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p.70-75, 2004.

MENDONÇA, E. A. F. **Recobrimento de sementes de milho superdoce**. 2003. 73f. Tese (Doutorado em Agronomia - Produção e Tecnologia de sementes) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2003.

MENDONCA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 68-79, 2007.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 12-16, 2009.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. London: Springer, 1996. 617p.

SANTOS, A. B.; NASCIMENTO, F. S. Transformações ocorridas ao longo da evolução da atividade agrícola: algumas considerações. **Centro Científico Conhecer - Enciclopédia Biosfera**, v. 5, n8, 2009.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. M.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013.

ESTUDO 02

Resposta fisiológica de sementes de colza incrustadas com diferentes materiais de enchimento e percentuais de cimentante

Resumo

O uso de sementes incrustadas favorece o produtor com sementes de elevada pureza, contudo esse processo é restrito as empresas que à desenvolvem. Devido a isso, pouco se sabe sobre os materiais de enchimento e cimentante. Diante o exposto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de cola PVA. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, UAEEA-UFMG. Sementes de colza, sem tratamento, (*Brassica napus* L.) foram submetidas ao processo de incrustação utilizando a bentonita, gesso ou caulim como materiais de enchimento e a cola PVA, nos percentuais de 20, 30, 40 e 50% na calda, como material cimentante. As sementes e os materiais foram colocados em um equipamento desenvolvido (estudo 01) para esta finalidade e após o processo de incrustação foram submetidas ao teste de germinação avaliando o percentual de sementes germinadas na primeira e última contagem e matéria seca da parte aérea. Realizou-se ainda uma terceira contagem aos 14 dias após a semeadura. O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado e disposto em esquema fatorial 4 x 4 (materiais de incrustação x percentuais de cimentante). Os dados foram submetidos a Análise de Variância ($P \leq 0,05$) e para o fator quantitativo utilizou-se regressão na análise de variância. Para o fator qualitativo foi empregado o teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). De maneira geral a incrustação com o gesso exibiu os maiores valores para as variáveis em estudo, não diferindo, em alguns casos, da testemunha.

Palavras-chave: Revestimento, canola, bentonita, gesso, caulim.

Colza seed physiological response encrusted with filling materials and different percentages of cementing

Abstract

The use of encrusted seeds favors the producer with high purity seeds, however this process is restricted to companies that develop. Because of this, little is known about the filler and cementitious materials. Faced with the above, the objective was to evaluate the physiological quality of colza seeds encrusted with bentonite, gypsum and kaolin and different percentages of PVA glue. The experiments were conducted at the Laboratory Storage and Processing of Agricultural Products, UAEEA-UFCG. Colza seeds untreated (*Brassica napus* L.) were subjected to the scaling process using bentonite, gypsum and kaolin as fillers and PVA glue in the proportions of 20, 30, 40 and 50% in the syrup as binder material. These seeds and materials were placed in an equipment developed for this purpose and after the process of fouling were submitted to the germination test evaluating the seed germinated percentage in the first and last count, and dry matter of the aerial part. Performed is a third counting at 14 days after sowing. The experiment was arranged in completely randomized design and arranged in a factorial 4 x 4 (fouling materials x percentages of cement). Data were submitted to Analysis of Variance ($P \leq 0.05$) and for the quantitative factor was used regression analysis of variance. For the qualitative factor, the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$) was used. Overall encrustation with gypsum showed the highest values for the variables under study did not differ, in some cases, the control treatment.

Keywords: Coating, canola, bentonite, gypsum, kaolin.

INTRODUÇÃO

A colza/canola é a terceira oleaginosa mais produzida no mundo, trata-se de uma planta anual, herbácea, pertencente à família das Brassicaceae que produz grãos ricos em óleo de excelente qualidade. Esta cultura é responsável por 15% da produção de óleo vegetal comestível do mundo, embora também seja utilizada na produção de biodiesel e rações para animais (TOMM et al., 2007).

A utilização das máquinas na agricultura é de conhecida importância. Elas são parte responsável pela expansão das áreas de cultivo e produtividade. De acordo com Beltrão e Vieira (2001) um dos empecilhos na semeadura realizada de forma mecanizada são as sementes com tamanho pequeno, formato irregular e leves. Sementes de colza, de acordo com Angelotti-Mendonça et al. (2016), apresentam tais características.

A semeadura de precisão é extremamente importante para os produtores conseguirem uma população homogênea de plantas. Esta operação é facilitada quando as sementes pequenas são revestidas, visando aumentar seu peso e tamanho, para que elas fluam facilmente na semeadora (QUEIROGA e SILVA, 2008)

Segundo Lopes e Nascimento et al. (2012) a incrustação/peletização é um processo que consiste da deposição de materiais inertes, secos, com granulometria fina, sobre a superfície das sementes, com o auxílio de um material adesivo (cimentante). Esse tratamento possibilita padronizar a forma, tamanho e peso das sementes. Devido a isso, a distribuição das sementes é facilitada, seja ela manual ou mecanizada (NASCIMENTO et al., 2009)

O processo consiste basicamente em aplicar camadas sucessivas de um material sólido inerte sobre as sementes em constante movimento dentro de uma betoneira, alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água (SILVA, 1997; SILVA e NAKAGAWA, 1998).

É necessário atentar para o fato de que o principal objetivo da técnica de recobrimento de sementes é otimizar o comportamento das mesmas, tanto do ponto de vista fisiológico, como econômico. Por conseguinte, é importante a escolha dos materiais de revestimento, para que estes não afetem negativamente o vigor e a germinação das sementes (OLIVEIRA et al., 2003).

Segundo Baudet e Peres (2004) os detalhes específicos desta metodologia não são informados, pois são considerados segredos comerciais, e deste modo, são disponíveis somente a descrição geral de processos e insumos utilizados. Dessa forma, é essencial estudar o comportamento das sementes mediante a utilização de diferentes materiais para o enchimento, assim como a quantidade ideal de cimentante, através de testes de germinação e vigor

OBJETIVOS

Geral

Determinar o melhor percentual do material cimentante na calda para os materiais de enchimento utilizados na incrustação das sementes de colza (*Brassica napus* L.) com base na qualidade fisiológica

Específico

Identificar o percentual de cola PVA na calda cimentante para a incrustação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) utilizando a bentonita, gesso ou caulim como materiais de enchimento, mediante teste de germinação e vigor (primeira contagem da germinação e matéria seca da parte aérea).

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) pertencente a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Aquisição das sementes

As sementes de colza (*B. napus* L.) foram adquiridas em lojas especializadas na cidade de Campina Grande, Paraíba. Após a aquisição, as sementes foram levadas ao Laboratório para uma limpeza, retirando todas as impurezas, cujo processo foi manual.

Processo de incrustação

Para realização do processo de incrustação das sementes utilizou-se um protótipo, desenvolvido no LAPPA (Estudo 01), para essa finalidade, onde as sementes estiveram em

movimento circular no interior de uma cuba, e de forma alternada foram aplicados os materiais de enchimento e cimentante nos percentuais de 20, 30, 40 e 50%. Em cada processo de incrustação foram utilizados 30 g de sementes e 150 g de um dos materiais de enchimento, correspondendo a cinco vezes o peso das sementes. Os materiais de enchimento foram aplicados em 10 porções de 15 g, e no intervalo entre as aplicações do material de enchimento foi aplicado 2,0 mL do material cimentante. Com base em testes preliminares, adotou-se a temperatura de 50°C para o secador e a rotação de 80 rpm para a cuba de incrustação. As sementes após serem incrustadas foram depositadas em bandejas plásticas e mantidas em temperatura ambiente por 24 h (Figura 10).

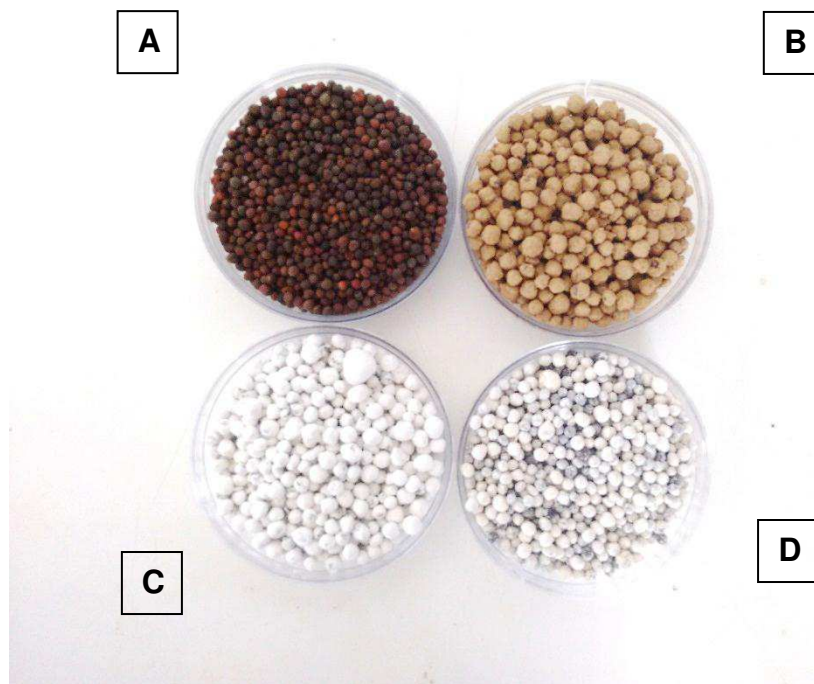


Figura 10. Sementes de colza (*Brassica napus* L.) (A) sem incrustação; (B) incrustada com bentonita, (C) gesso e (D) caulim. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Teste de germinação

As sementes foram submetidas ao teste de germinação o qual foi conduzido com quatro sub-amostras de 50 sementes, semeando-as em bandejas plásticas com vermiculita, umedecida com um volume de água destilada igual a 60% da capacidade de retenção. As sementes foram mantidas em condições ambientes de temperatura, umidade relativa do ar e fotoperíodo. A avaliação da germinação se deu no sétimo dia e a primeira contagem no quarto dia após a semeadura (BRASIL, 2009) (Figura 11). Ainda se realizou uma terceira contagem aos 14 dias para avaliar se houve inibição ou retardamento da germinação.



Figura 11. Contagem da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Matéria seca da parte aérea

Para a determinação da matéria seca da parte aérea, as plântulas foram incisadas na altura da superfície do solo, colocadas em sacos de papel tipo *kraft* e submetidas a secagem em estufa a 65° C até atingir peso constante. Após esse período, o material vegetal seco foi pesado em balança digital de precisão, e os resultados foram expressos em miligramas (mg) (Figura 12).



Figura 12. Determinação da matéria seca da parte aérea de plântulas de colza (*Brassica napus* L.) oriundas de sementes incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 4 (materiais de enchimento x percentuais de material cimentante), repetindo-se cada tratamento quatro vezes. Os dados foram submetidos a Análise de Variância ($P \leq 0,05$). As médias do fator qualitativo, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Para as médias do fator quantitativo utilizou-se a regressão na análise de variância, gerando-se modelos para cada material. Para todas as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional Assisat, versão 7.7.

RESULTADOS

Na Tabela 14 estão organizados os quadrados médios para a primeira contagem, germinação, terceira contagem e matéria seca de plântulas oriundas de sementes de colza (*B. napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante. Pode-se observar que para todas as variáveis em estudo, a análise de variância revelou efeito altamente significativo para os fatores isolados ou em interação, indicando diferença estatística entre os tratamentos e interação.

Tabela 14. Quadrados médios referentes à primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com os materiais de enchimento (ME) e percentuais de cola PVA na calda (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		PCG	G	TCG	MSPA
ME	3	588,22917**	1567,22917**	1725,83333**	6575,00000**
PC	3	1161,85417**	1806,39583**	2212,66667**	12962,50000**
ME x PC	9	328,29861**	633,95139**	630,83333**	2034,72222**
Erro	48	48,76042	39,89583	39,04167	242,708333

**Significativo a 1%

Na Tabela 15 estão organizadas as médias da primeira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50%. Quando comparados os materiais de enchimento dentro de cada percentual de material cimentante, observa-se que nos percentuais de 20 e 30%, não foi constatada diferença estatística entre os materiais de enchimento, com germinações variando de 51,5 a 71,5% no percentual de 20%, e de 51,5 a 60,5% no percentual de 30%. Observa-se ainda que

nesses mesmos percentuais de material cimentante, as germinações das sementes incrustadas foram iguais estatisticamente à testemunha (Tabela 15).

No percentual de 40% de material cimentante, as maiores germinações ocorreram na testemunha (51,5%), gesso (54,0%) e caulim (49,5%), não diferindo estatisticamente entre si, contudo diferindo da germinação observada quando utilizada a bentonita (38,0%), a qual foi a menor dentre os materiais de enchimento. Quando utilizado o percentual de 50%, as maiores germinações ocorreram na testemunha (51,5%) e quando utilizado o gesso (54,75%), sendo iguais estatisticamente entre si, e diferentes das germinações provenientes de sementes incrustadas com bentonita (19,5%) e caulim (43,0%), sendo, essas, as menores germinações nesse percentual de material cimentante (Tabela 15).

Tabela 15. Médias da primeira contagem (%) da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Testemunha	51,5 ± 2,7 a	51,5 ± 2,7 a	51,5 ± 2,7 a	51,5 ± 2,7 a
Bentonita	58,0 ± 1,6 a	59,5 ± 1,8 a	38,0 ± 2,4 b	19,5 ± 1,1 b
Gesso	64,0 ± 2,3 a	55,3 ± 1,6 a	54,0 ± 4,1 a	54,7 ± 4,0 a
Caulim	71,5 ± 1,8 a	60,5 ± 1,8 a	49,5 ± 4,4 a	43,0 ± 6,2 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 13,40

De acordo com a regressão na análise de variância, os modelos que melhor se ajustaram aos dados da primeira contagem em função dos percentuais de material cimentante, para bentonita e caulim foram de segundo e primeiro grau, respectivamente, com coeficientes de determinação de 0,96 e 0,98, sendo ambos significativos a 1%, representando de forma satisfatória os dados experimentais. Para o gesso, a análise não revelou modelo significativo, com uma germinação média de 57%. Observa-se que os percentuais de material cimentante exerceram efeito sobre a germinação quando se utilizou a bentonita e o caulim, gerando diminuição da germinação a medida que se aumentou o percentual de material cimentante na calda. Quando se utilizou o gesso, o aumento do percentual de material cimentante exerceu uma leve redução da germinação, contudo não significativo para ser revelado pela análise de regressão. A testemunha teve uma germinação média de 51,5% (Figura 13).

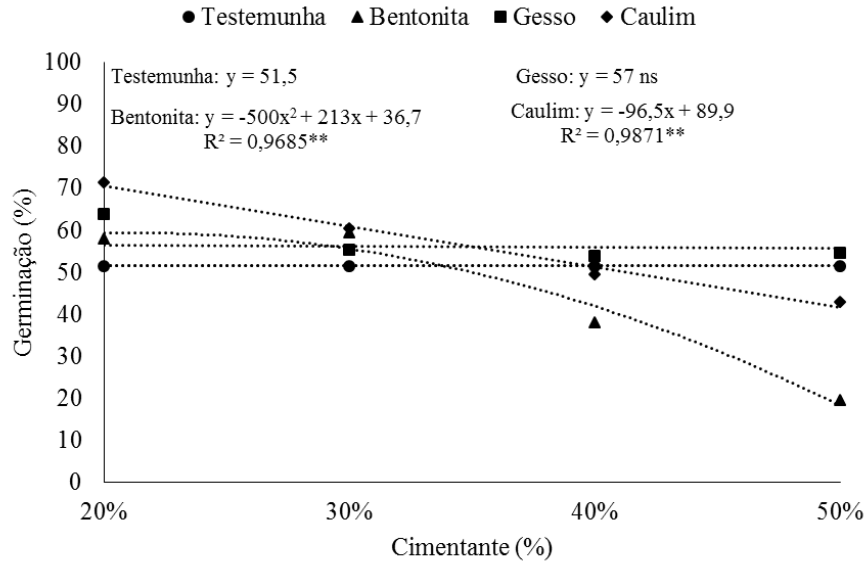


Figura 13. Primeira contagem da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

As médias da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e cola PVA nos percentuais de 20, 30, 40 e 50% estão dispostas na Tabela 16. Comparando-se os materiais de enchimento dentro de cada percentual de material cimentante, pode-se observar que para os percentuais de 20 e 30% não foi constatada diferença estatística entre os materiais, com maior germinação na testemunha (80,0%) e menor no caulim (77,5 e 72,5%). No percentual de 40% a maior germinação foi constatada na testemunha (80%), sendo igual estatisticamente a germinação observada quando utilizado o gesso (72,0%) e o caulim (68,0%). Esses foram diferentes estatisticamente da germinação observada quando utilizada a bentonita (49,0%). Para o percentual de 50% a maior germinação ocorreu na testemunha (80,0%) diferindo estatisticamente dos outros materiais de enchimento, sendo a bentonita o material que proporcionou menor germinação (21,5%) (Tabela 16).

Tabela 16. Médias da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Testemunha	80,0 ± 1,2 a	80,0 ± 1,2 a	80,0 ± 1,2 a	80,0 ± 1,2 a
Bentonita	79,5 ± 1,9 a	76,0 ± 3,0 a	49,0 ± 2,6 b	21,5 ± 1,1 d
Gesso	73,5 ± 1,9 a	73,0 ± 2,1 a	72,0 ± 4,1 a	69,0 ± 2,7 b
Caulim	77,5 ± 1,1 a	72,5 ± 2,9 a	68,0 ± 2,3 a	46,0 ± 6,8 c

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 9,21

As médias da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim nos diferentes percentuais de material cimentante na calda estão representadas na Figura 14. Segundo a regressão na análise de variância, os modelos que melhor se ajustaram aos dados da germinação em função dos percentuais de material cimentante, para bentonita e caulim foram segundo e primeiro grau, respectivamente, com coeficiente de determinação de 0,98 e 0,84, sendo significativos a 1%, representando de forma confiável os dados experimentais. Para o gesso, a análise de regressão não revelou nenhum modelo significativo. Para bentonita e caulim, observa-se que houve uma diminuição da germinação a medida que se aumentou a quantidade de material cimentante na calda. Essa diminuição foi mais acentuada, principalmente, quando se utilizou a bentonita, a partir do percentual de 40%. Quando foi utilizado o gesso, não se constatou diminuição significativa da germinação com o aumento da quantidade de material cimentante na calda, obtendo uma germinação média de 71,87%.

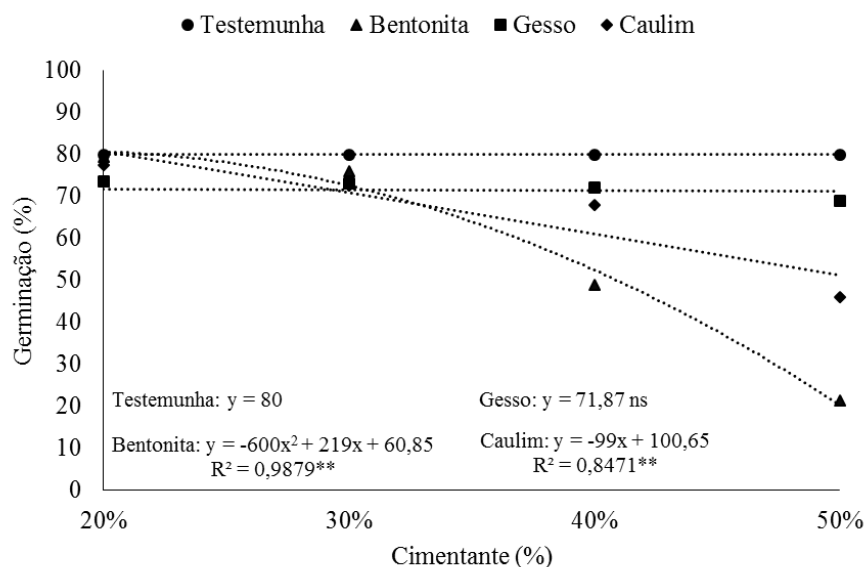


Figura 14. Médias da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 17 estão dispostas as médias para terceira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de cola PVA. Comparando-se os materiais de enchimento dentro de cada percentual de material cimentante, constata-se que nos percentuais de 20 e 30%, não houve diferença estatística entre os materiais de enchimento, com germinações variando de 76,0 a 81,5%. Por outro lado, para os percentuais de 40 e 50% constatou-se diferença estatística. No percentual de 40%, as maiores germinações foram observadas na testemunha (81,0%) e quando as sementes foram incrustadas

com gesso (84,0%), sendo iguais estatisticamente entre si e diferentes das germinações observadas quando utilizado o caulim (73,0%) e a bentonita (52,5%), sendo esses diferentes entre si. Para o percentual de 50%, todos os materiais foram diferentes estatisticamente, com maior germinação na testemunha (81,0%) e menor quando utilizada a bentonita (21,5%) (Tabela 17).

Tabela 17. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Testemunha	81,0 ± 1,1 a	81,0 ± 1,1 a	81,0 ± 1,1 a	81,0 ± 1,1 a
Bentonita	79,5 ± 1,9 a	76,0 ± 3,0 a	52,5 ± 2,5 c	21,5 ± 1,1 d
Gesso	75,5 ± 2,0 a	80,0 ± 1,7 a	84,0 ± 3,1 a	69,0 ± 2,7 b
Caulim	79,5 ± 0,8 a	81,5 ± 4,0 a	73,0 ± 2,3 b	46,0 ± 6,8 c

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 8,75.

Na Figura 15 estão representadas as médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante. De acordo com a análise de regressão, os modelos que melhor se ajustaram aos dados da terceira contagem da germinação em função dos percentuais de material cimentante foram de segundo grau para os três materiais de enchimento. Para bentonita e gesso, os modelos foram significativos a 1%, e para o caulim foi significativo a 5%. Os modelos gerados para esses materiais tiveram coeficiente de determinação de 0,99; 0,86 e 0,99, respectivamente. Nota-se que ao se aumentar a quantidade de material cimentante na calda, para os três materiais, ocorreu uma diminuição da germinação, sendo mais acentuada, por ordem, na bentonita, caulim e gesso. Observa-se ainda que essa redução foi mais acentuada quando se utilizou percentual de 40% ou superior. A testemunha apresentou uma germinação média de 81%.

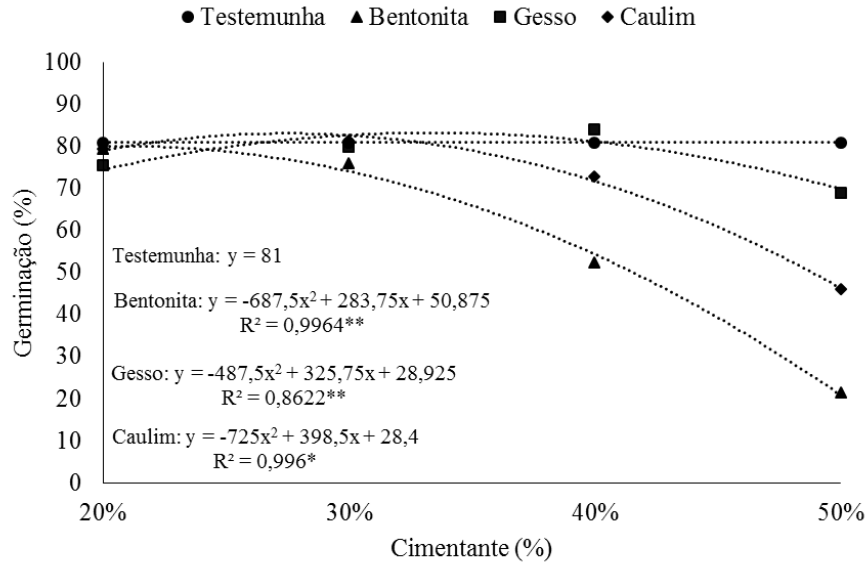


Figura 15. Médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim para os percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

As médias da matéria seca de plântulas oriundas de sementes incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante então organizadas na Tabela 19. Para o percentual de 20%, observa-se que sementes incrustadas com gesso e caulim apresentaram os maiores valores de matéria seca (202,5 e 215,0 mg, respectivamente), sendo iguais estatisticamente entre si e diferentes de quando as sementes foram incrustadas com bentonita (175,0 mg) e da testemunha (150,0 mg), tratamento que obteve a menor matéria seca.

Quando as sementes foram incrustadas com material cimentante a 30%, a maior matéria seca foi registrada quando combinado com o gesso (190,0 mg), diferindo estatisticamente dos demais materiais de enchimento, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Ao utilizar o percentual de 40%, os materiais caulim e gesso e a testemunha obtiveram os maiores valores para matéria seca (165,0; 162,5 e 150,0 mg, respectivamente) sendo esses iguais estatisticamente entre si e diferentes de quando se utilizou a bentonita (110,0 mg), material esse que proporcionou menor matéria seca para esse percentual. Utilizando-se o percentual de 50%, observou-se que os maiores valores para matéria seca foram registrados na testemunha (150,0 mg) e quando utilizado o gesso (135,0 mg), sendo iguais estatisticamente e diferentes de quando se utilizou a bentonita (80,0 mg) e caulim (100,0 mg), sendo esses materiais aqueles que proporcionaram os menores valores de matéria seca (Tabela 18).

Tabela 18. Médias da matéria seca (mg) de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Percentuais de cimentante*			
	20	30	40	50
Testemunha	150,0 ± 3,5 c	150,0 ± 3,5 b	150,0 ± 3,5 a	150,0 ± 3,5 a
Bentonita	175,0 ± 7,5 b	130,0 ± 6,1 b	110,0 ± 5,0 b	80,0 ± 6,1 b
Gesso	202,5 ± 6,5 a	190,0 ± 6,1 a	162,5 ± 5,4 a	135,0 ± 5,6 a
Caulim	215,0 ± 7,5 a	145,0 ± 9,0 b	165,0 ± 2,5 a	100,0 ± 15,4 b

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 10,34.

As médias da matéria seca de plântulas provenientes de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e diferentes percentuais de material cimentante na calda estão representadas na Figura 16. Os modelos, de maior grau, que melhor se ajustaram aos dados da matéria seca em função dos percentuais de material cimentante, para bentonita, gesso e caulim, foi o de primeiro grau, com coeficientes de determinação de 0,97; 0,97 e 0,77, respectivamente, representando de forma satisfatória os dados experimentais. Para os três materiais, os modelos foram significativos a 1%. Pode-se observar que a matéria seca foi influenciada pelos percentuais de material cimentante, obtendo valores menores à medida que se empregou percentuais maiores de material cimentante. Observa-se ainda que no percentual de 20% todos os materiais de enchimento proporcionaram valores de matéria seca superiores a testemunha. Por outro lado, no percentual de 50%, para todos os materiais, os valores de matéria seca foram inferiores a testemunha.

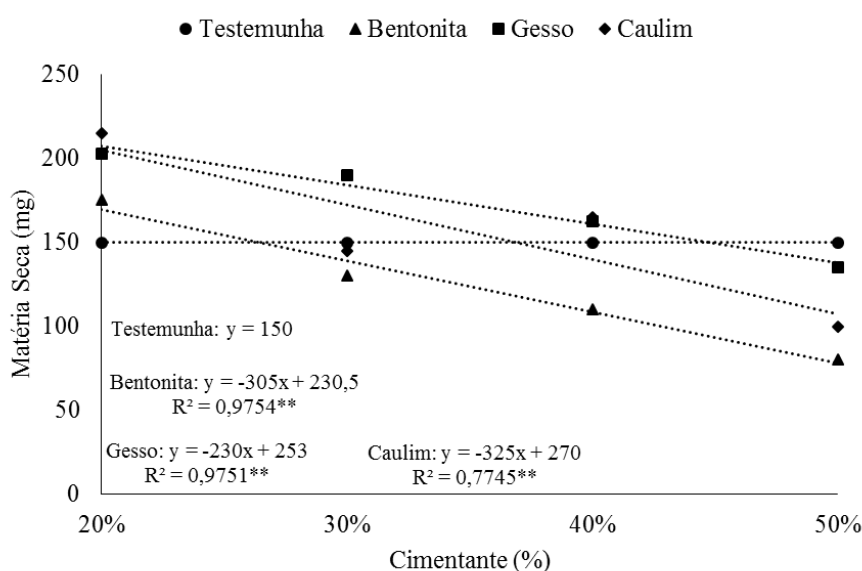


Figura 16. Médias da matéria seca de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim para os percentuais de cola PVA na calda. Campina Grande, Paraíba, 2017.

DISCUSSÃO

Verifica-se que os percentuais de 20 e 30% de cola PVA associados a bentonita, gesso ou caulim não influenciaram negativamente a germinação, a primeira contagem ou mesmo a terceira contagem da germinação. Isso indica que essas combinações não dificultaram as trocas gasosas entre o interior da semente e o meio externo a ela, bem como não interferiram na capacidade de embebição de água pelas sementes. De maneira geral, o gesso se destacou para todas as variáveis estudadas não havendo diferença em relação as sementes nuas (testemunha). Verifica-se ainda que o caulim associado ao percentual de 40% de cola PVA não interferiu no processo germinativo e vigor das sementes. Esse é um aspecto importante no revestimento de sementes, pois une a possibilidade de tornar as sementes mais pesadas (evitando efeito de deriva pelo vento) e as uniformiza quanto à forma sem que haja prejuízos a germinação e ao vigor.

Observando os valores da germinação nas três contagens vê-se que os tratamentos combinados com 50% de cola PVA não foram capazes de recuperar a germinação mesmo na terceira contagem (14 DAS), assim como a bentonita e o caulim com 40% de cola PVA. Isso mostra que nesses tratamentos os materiais proporcionaram uma redução na germinação das sementes. Essa redução pode estar associada à baixa troca gasosa imposta pela quantidade e material aderido às sementes, dificultando o processo respiratório e a absorção de água pelas sementes.

Analisando os dados da matéria seca da parte aérea, nota-se que apesar da germinação nos percentuais de 20 e 30% não terem diferido da testemunha, esse comportamento não foi igual na matéria seca. É importante salientar que a matéria seca da parte aérea é função do vigor da semente, assim como do número de sementes germinadas, o que explica baixos valores de matéria seca observados quando utilizado o percentual de 50% de cola PVA.

De acordo com Trentini et al. (2005) e Evangelista et al. (2007) a escolha do material de revestimento, assim como as características do tegumento de cada espécie, poderá acarretar efeitos negativos na viabilidade das sementes. Para Costa et al. (2001) e Willenborg et al. (2004) também significa uma barreira maior para as trocas gasosas entre a semente e o meio, modificam a permeabilidade do tegumento e conseqüentemente ocasionam retardo na germinação quando comparados a testemunha.

Resultados semelhantes foram verificados por Pires et al. (2004), que peletizando sementes de alface (*Lactuca sativa* L) com microcelulose, areia fina, bentonita e acetato de polivinila, verificaram que não houve diminuição da germinação e vigor, ocorrendo apenas uma redução da velocidade inicial de germinação, mas que não comprometeu a germinação final.

Esse comportamento também foi verificado por Caldeira et al. (2016), não constatando redução na germinação final de sementes de tabaco (*Nicotiana tabacum* L) peletizadas, contudo verificando uma redução na velocidade inicial de germinação.

Provavelmente esse melhor desempenho de sementes incrustadas com gesso deva-se a resistência que esse material proporciona a protusão da radícula. Silva (2016) estudando a qualidade física e fisiológica de sementes repolho incrustadas com diferentes materiais, dentre eles o gesso, verificou baixa resistência desse material ao atrito e desempenho fisiológico das sementes semelhante a aquelas não incrustadas.

Os resultados sugerem ainda que cada material de enchimento interage de forma diferente em relação ao percentual de material cimentante. Sementes incrustadas com bentonita, por exemplo, e percentuais menores de cimentante tiveram germinações iguais a testemunha. Diferentemente da bentonita, sementes incrustadas com gesso ou caulim tiveram germinações semelhantes a testemunha mesmo quando combinado com percentuais maiores de cimentante.

CONCLUSÕES

- A qualidade fisiológica de sementes de colza (*B. napus* L.) é influenciada pelo percentual de material cimentante;
- A incrustação com os materiais testados associado a 20 ou 30% de cola PVA não interferem na germinação e vigor das sementes de colza (*B. napus*);
- A associação dos materiais de incrustação com 20 ou 30% de cola PVA retarda, porém não inibe a germinação de sementes de colza;
- Valores de germinação, primeira contagem e matéria seca da parte aérea são maiores em sementes incrustadas com gesso, seguido de caulim e bentonita.

REFERÊNCIAS

ANGELOTTI-MENDONÇA, J.; RIBOLDI, L. B.; SOARES, C. D. F.; CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. *Canola (Brassica napus L.)*, Piracicaba, ESALQ, 2016, 32p.

BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. *Seed News*, v.8, n.1, p.20-23, 2004.

BELTRÃO, N. E. de M.; VIEIRA, D. J. *O agronegócio do gergelim no Brasil*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 348 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CALDEIRA, C. M.; CARVALHO, M. L. M.; GUIMARÃES, R. M.; COELHO, S. V. B. Qualidade de sementes de tabaco durante o processo de pelotização e armazenamento, **Ciência Rural**, v.46, n.2, p.216-220, 2016.

COSTA, C. E. L.; SILVA, R. F.; LIMA, J. O. G.; ARAÚJO, R. F. Sementes de cenoura *Daucus carota* L., revestidas e peliculadas: germinação e vigor durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento**, v. 26, p. 30-45, 2001.

EVANGELISTA, J. R. E; OLIVEIRA, J. A.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, R.M.E.; PEREIRA, C.E. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, n. 31, v.4, p. 994-999, 2007.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa; 2012, 28p. Documentos n. 137.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 12-16, 2009.

OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; SILVA, J. B. C. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 20-27, 2003.

QUEIROGA, V. de P.; SILVA, O. R. R. F. da. **Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 142 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 203).

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes**. 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, 1998.

SILVA, R. S. **Materiais para incrustação em sementes de repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) com resposta sobre as características físicas e qualidade fisiológica**. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

TOMM, G. O. **Sistema de Produção: Cultivo de Canola**. Embrapa Trigo, 2007. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/canola/>>. Acesso em: 12 de dezembro 2016.

TRENTINI, P.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; MACHADO, J. C. Peliculização: desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 84-92, 2005.

WILLENBORG, C. J. GULDEN, R. H.; JOHNSON, E. N.; SHIRTLIFFE, S. J. Germination characteristics of polymer-coated canola (*Brassica napus* L.) seeds subjected to moisture stress at different temperatures. **Agronomy Journal**, v. 96, n. 3, p. 786-791, 2004.

ESTUDO 03

Desempenho de sementes de colza incrustadas com os materiais de enchimento e tratadas com fungicida ou extrato vegetal

Resumo

As sementes incrustadas possuem diversas vantagens em relação as sementes comuns. Além do aumento de tamanho e modificação de sua forma, podem ser incorporados produtos de tratamento que vão auxiliá-las no processo germinativo. Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida (vitavax-thiran) ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande. As sementes de colza, sem tratamento, foram submetidas ao processo de incrustação utilizando como materiais de enchimento bentonita, gesso ou caulim e como produtos de tratamento um fungicida (vitavax-thiran) ou extrato aquoso de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), que foram adicionados juntamente a uma solução aquosa de 30% de cola PVA (calda cimentante). Foram determinadas características físicas das sementes (diâmetro, quantidade de vezes aumentada, porosidade, ângulo de repouso, resistência, classificação em peneiras e peso de mil sementes). Além disso, avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes (primeira contagem, germinação, terceira contagem e matéria seca da parte aérea), a absorção de água pelas sementes e o teor de água. Os experimentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado e dispostos em esquema fatorial (materiais de enchimento x produtos de tratamento). As médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). A bentonita se destacou por proporcionar incremento sobre as características físicas das sementes. As sementes de colza incrustadas exibiram germinações e vigor inferiores a testemunha. O extrato vegetal de pimenta-do-reino adicionado a incrustação não influenciou negativamente a germinação, diferentemente do fungicida. Os materiais de incrustação combinados com os produtos de tratamento proporcionaram teores de água e ritmos de absorção de água diferentes.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., características físicas, qualidade fisiológica

Performance of colza seeds encrusted with filling materials and treated with fungicide and vegetable extract

Abstract

Encrusted seeds have several advantages over common seeds. In addition to the increase in size and modification of its form, treatment products can be incorporated that will aid them in the germinative process. The objective of this study was to evaluate the performance of colza (*Brassica napus* L.) seeds encrusted with bentonite, gypsum or kaolin and treated with fungicide (vitavax-thiran) or peppercorn extract. The work was developed in the Laboratory of Storage and Processing of Agricultural Products, Federal University of Campina Grande, Campina Grande Campus. Untreated colza seed was subjected to the encrustation process using as filler materials bentonite, gypsum or kaolin and as treatment products a fungicide (vitavax-thiran) or aqueous extract of black pepper (*Piper nigrum* L.), Which were added together with an aqueous solution of 30% PVA glue. Seed physical characteristics (diameter, number of times increased, porosity, angle of repose, resistance, classification in sieves and weight of one thousand seeds) were determined. In addition, the physiological quality of the seeds (first count, germination, third count and shoot dry matter), water uptake by seeds and water content were evaluated. The experiments were arranged in a completely randomized design and arranged in a factorial scheme (filling materials x treatment products). The means, when necessary, were compared by the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$). Bentonite was distinguished by the increase in the physical characteristics of the seeds. The encrusted colza seeds exhibited lower germination and vigor than the control. The peppercorn extract added to the encrustation did not negatively influence the germination, unlike the fungicide. Fouling materials combined with the treatment products provided different water content and water absorption rates.

Keywords: *Brassica napus* L., physical characteristics, physiological seed quality

INTRODUÇÃO

A colza (*B. napus* L.), ou sua variedade melhorada a canola, (*B. napus* L. var. *oleífera*) é uma das principais oleaginosas no mundo. Ela tem sido usada como forragem verde para alimentação animal, adubação para condicionamento do solo e matéria-prima para extração de óleo, o qual tem sido empregado na alimentação humana, iluminação, uso industrial e, mais recentemente, para produção de biocombustível (MORI et al., 2014). Apesar disso, suas sementes apresentam dimensões reduzidas, dificultando a sua utilização no plantio mecanizado e se forem semeadas a lanço corre-se o risco de sofrerem efeito de deriva pelo vento.

De acordo com Duran e Retamal (1989) a forma e o peso das sementes são o principal obstáculo para o alcance de uma sementeira de precisão, o que obriga o emprego de quantidades superiores de sementes às que seriam estritamente necessárias no caso de poder colocar uma só semente em cada ponto no qual uma planta deverá se desenvolver.

Uma das técnicas que vem a solucionar esse problema é o revestimento de sementes. Dentre os tipos de revestimento, a incrustação/peletização consiste no revestimento destas com um material seco, inerte, de granulometria fina e um material cimentante (adesivo). Este tratamento permite dar à semente uma forma arredondada, aumentando o seu tamanho, facilitando assim a sua distribuição, seja ela manual ou mecânica (MENDONÇA et al., 2007).

Além disso, existe a possibilidade de incorporação de nutrientes, reguladores de crescimento e outros agroquímicos (inseticidas e fungicidas) durante o processo de incrustação/peletização, podendo constituir melhorias na sanidade das sementes e no estabelecimento das plântulas (SILVA et al., 2002).

A utilização de plantas com potencial bioativo, na forma de extratos, óleos e pós, contra diversos organismos tem sido cada vez mais incentivado. Diversos pesquisadores como Bomtempo (2007), Bong (2010), Cardoso et al. (2005) Abbasi et al. (2010) e Khan et al. (2010) afirmam que a piperina, principal composto encontrado na pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), possui reconhecida atividade citotóxica, anti-inflamatória, antipirética, analgésica, antioxidante, antitumoral, antifúngica e bactericida

Embora a técnica tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e a confecção das coberturas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e as companhias processadoras de sementes incrustadas/peletizadas (SILVA et al., 2002)

Os materiais empregados na incrustação/peletização, incluindo aqueles de cobertura, adesivos e de acabamento, influenciam na rigidez final da semente, na absorção de água e na

troca gasosa entre a semente e o ambiente externo a sementes e todos estes aspectos afetam diretamente a germinação (SILVA, 1997; SILVA e NAKAGAWA, 1998). Assim, é de fundamental importância estudos que venham a testar materiais de enchimento e cimentante que sejam de fácil obtenção, bem como produtos que possam ser utilizados como tratamento de sementes.

OBJETIVOS

Geral

Avaliar o desempenho de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com três diferentes materiais de enchimento e tratadas com fungicida ou extrato vegetal.

Específicos

- Estudar o desempenho de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) quanto a germinação e vigor;
- Determinar o diâmetro, quantidade de vezes aumentada, porosidade, ângulo de repouso, peso de mil sementes, resistência, teor de água e absorção de água de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Aquisição das sementes

As sementes foram adquiridas no comércio local da cidade de Campina Grande, Paraíba. Após aquisição, as sementes foram levadas ao Laboratório para uma limpeza, retirando todo material estranho que acompanhava as sementes.

Preparação do extrato vegetal

Os frutos de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) foram adquiridos na feira central da cidade de Campina Grande, Paraíba. O extrato aquoso foi obtido a partir do pó dos frutos, que foram pesados, umedecidos com água destilada, e deixados em uma maceração por 72 h, em temperatura ambiente de $24,0 \pm 4,0^\circ\text{C}$, na ausência da luz e com agitação diária por cinco minutos. A quantidade de pó utilizado correspondeu a 20% do volume de água utilizada. Posteriormente as soluções foram filtradas em papel filtro, e o extrato armazenado em recipiente de vidro âmbar com capacidade para 0,5 L (ALMEIDA et al., 2003)

Materiais e processo de incrustação das sementes

Foram utilizados três materiais de enchimento: (1) bentonita, (2) gesso e (3) caulim. Como material cimentante foi utilizada a cola PVA no percentual de 30%, (estabelecida no Estudo 02) para cada material de enchimento. Já como produtos de tratamento, utilizou-se o extrato aquoso de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) e um fungicida (vitavax-thiram) correspondendo a 50% da calda.

O processo de incrustação das sementes ocorreu pela aplicação alternada entre material cimentante e material de enchimento. Esse processo foi repetido até que todo material destinado ao processo tenha sido totalmente utilizado, conforme descrito no Estudo 02.

Características físicas das sementes incrustadas e tratadas

Diâmetro das sementes e quantidade de vezes aumentada

Para determinação do diâmetro das sementes incrustadas foi utilizado um paquímetro digital (Figura 17), com precisão de 0,01 mm, empregando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os resultados foram expressos em milímetros (mm). A quantidade de

vezes aumentada foi calculada pela razão entre o diâmetro da semente incrustada e a semente nua. Para análise estatística, a média de cada 25 sementes foi considerado uma repetição.



Figura 17. Determinação do diâmetro de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Classificação por tamanho

Para a classificação das sementes incrustadas por tamanho utilizou-se, por tratamento, quatro subamostras de cerca de 50 g. Cada subamostra foi submetida à análise passando por peneiras sobrepostas de crivo 1,0; 1,5, 2,5 e 4,0 mm (Figura 18).

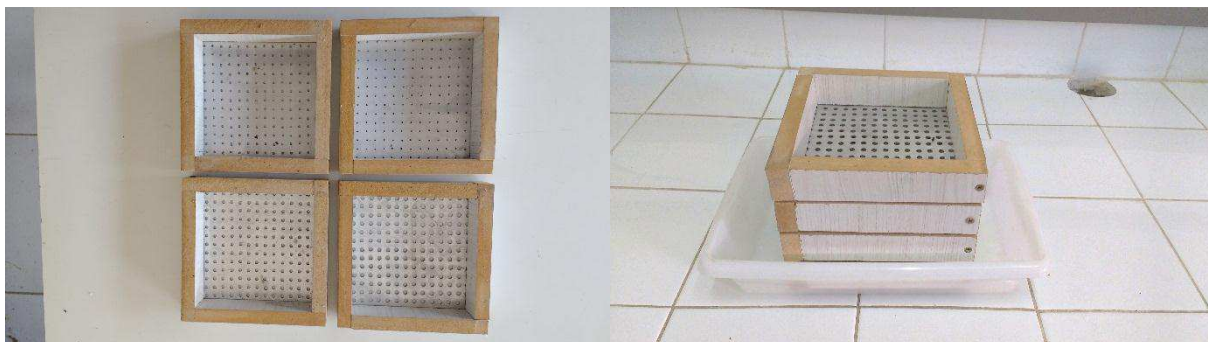


Figura 18. Peneiras utilizadas para classificação por tamanho das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

O conjunto de peneiras foi agitado por um minuto. As frações peneiradas, inclusive a porção que passou através da peneira menor, foram pesadas e os pesos das frações foram expressos em porcentagem do peso total.

Porosidade

A porosidade foi determinada pelo método direto, onde a mesma foi obtida acrescentando-se um volume de líquido conhecido e suficiente para complementação dos espaços vazios da massa de sementes, para isso foi utilizado uma bureta de 50 mL, e uma proveta de 50 mL, onde em uma delas continha óleo vegetal de soja e na outra sementes de colza incrustadas com uma das combinações. A medida que o óleo foi adicionado na proveta com sementes, o mesmo foi ocupando os espaços vazios. Por diferença entre a quantidade de óleo adicionado a proveta com sementes e a contida na bureta com óleo foi determinada a porosidade da massa de sementes incrustadas (Figura 19).



Figura 19. Equipamentos utilizados para determinação da porosidade das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Ângulo de repouso

Para determinação do ângulo de repouso das sementes incrustadas utilizou-se um equipamento confeccionado, pela equipe de trabalho, a partir de uma tábua, com dimensões de 22 x 38 cm, e uma folha de acrílico, com dimensões de 21 x 30 cm. Essas duas peças são unidas por duas dobradiças em um dos lados. No lado oposto existe um parafuso onde, à medida que é enroscado, a peça de acrílico é levantada. No mesmo lado das dobradiças existe um transferidor, localizado no vértice formado entre a tábua e a folha de acrílico. No momento em que as sementes (2,0 g), que estão localizadas na face superior da folha de acrílico, deslocam-se totalmente para baixo é medido o ângulo no transferidor (Figura 20).

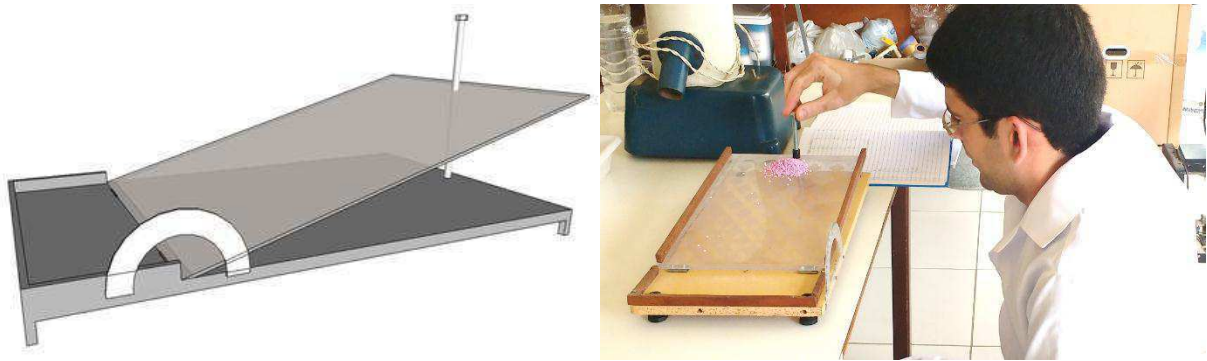


Figura 20. Equipamento utilizado para determinação do ângulo de repouso das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Peso de mil sementes

Para determinação do peso de mil sementes, foram contadas, por repetição, mil sementes de cada combinação de material de enchimento e produto de tratamento. Após isso, as sementes foram pesadas em balança digital de precisão e os dados expressos em gramas.

Resistência

Para determinação do percentual de sementes resistentes, utilizou-se quatro repetições de 100 sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Essas sementes foram lançadas a uma altura de 1,5 m sobre uma superfície metálica. Essa altura foi adotada devido ser a altura média em que as sementes são despejadas nos tanques de sementes das semeadoras mecanizadas. Após isso, foram contabilizadas as sementes íntegras das danificadas e os valores transformados em porcentagem de sementes que resistiram a queda.

Qualidade fisiológica das sementes incrustadas e tratadas

Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro sub-amostras de 50 sementes, semeando-as em bandejas plásticas com vermiculita, umedecida com água destilada correspondente a 60% da capacidade de retenção. Essas foram mantidas em ambiente natural de laboratório, sem controle de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. A avaliação da

germinação se deu no sétimo dia após o início do teste e a primeira contagem no quarto dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Realizou-se ainda uma terceira contagem da germinação aos 14 dias após a semeadura, para avaliar se houve redução ou retardamento da germinação.

Matéria seca da parte aérea

Para determinação da matéria seca da parte aérea, as plântulas foram cortadas na altura da superfície do substrato e colocadas em sacos de papel tipo *kraft*. Após isso, foram submetidos a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65°C até atingir peso constante. Após isso, o material vegetal foi pesado em balança digital de precisão e os dados foram expressos em miligramas (mg)

Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas

Teste de absorção de água

Para o teste de absorção de água, inicialmente determinou-se a massa inicial das sementes incrustadas, que foram colocadas sobre uma tela de arame perfurada e acondicionadas em recipientes plásticos possuindo 200 mL de água destilada. Em seguida os recipientes foram fechados com tampa e levados a uma câmara de germinação tipo B.O.D à temperatura constante de 10° C. A massa das sementes foi mensurada em intervalos de 24 horas até o momento que se iniciou o processo de germinação (Figura 21).

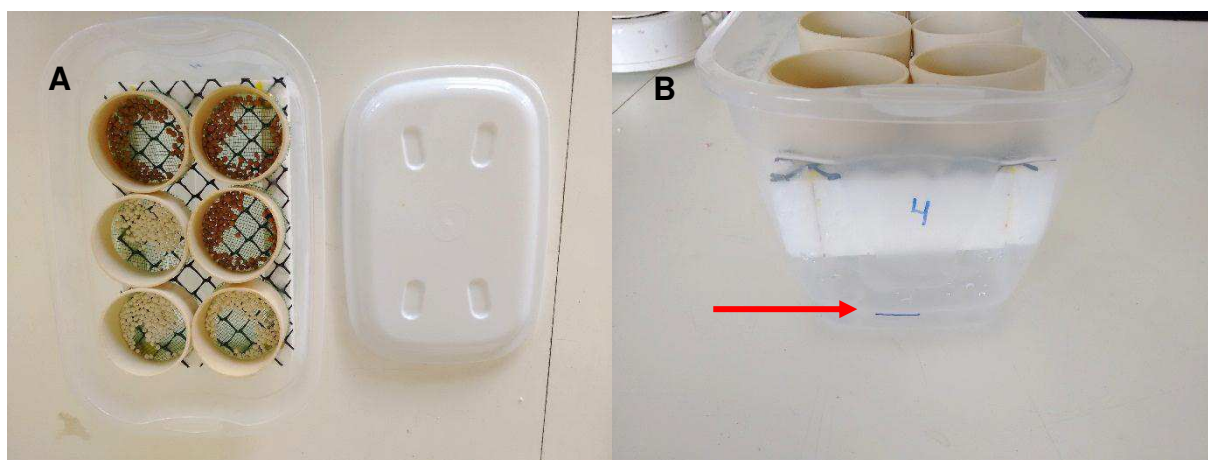


Figura 21. Aparato utilizado para determinação da absorção de água por sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. (A) Sementes suspensas na tela, (B) nível de água destilada. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Após esse período, se determinou a quantidade de água absorvida pelas sementes em cada um dos tratamentos, utilizando-se a fórmula a seguir (3.1), conforme as recomendações contidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para cada tratamento foram utilizadas três repetições de 1,0 grama de sementes.

$$\% \text{ umidade} = \frac{(P - p)}{(P - t)} \times 100 \quad (3.1)$$

em que:

P: peso inicial (peso do recipiente + peso da semente úmida), g

p: peso final (peso do recipiente + peso da semente seca), g

t: tara (peso do recipiente), g

Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa a $105 \pm 2^\circ \text{ C}$, em que três sub-amostras de 2,0 g de sementes foram colocadas em recipientes metálicos previamente secos em estufa e pesados. Após 24 h os recipientes contendo as amostras foram colocados em um dessecador por 20 minutos, até que atingissem temperatura ambiente e pesados, obtendo-se o peso final (recipientes mais a amostra seca). Os resultados foram expressos em porcentagem de peso em base úmida de acordo com a equação contida nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) (Fórmula 3-1).

Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram organizados em delineamento inteiramente casualizado. Para as variáveis Resistência e Quantidade de vezes aumentada utilizou-se o esquema fatorial 3 x 3 devido não exigir comparação com a testemunha (semente nua) e, para as demais variáveis utilizou-se o esquema fatorial 4 x 3 (materiais de enchimento x produtos de tratamento). Cada tratamento foi repetido quatro vezes. Os dados foram submetidos a Análise de Variância ($P \leq 0,05$) e as médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Para os dados da absorção de água os mesmos foram representados em gráficos de dispersão e gerados modelos de regressão. Para os valores da classificação por tamanho em peneiras, foram apresentadas as médias para cada combinação de material de enchimento e tratamento,

acrescentando-se para cada o erro padrão. Para todas as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional Assisat, versão 7.7.

RESULTADOS

Características físicas das sementes incrustadas e tratadas

Na Tabela 19 estão organizados os valores dos quadrados médios referentes ao diâmetro das sementes (DS), quantidade de vezes aumentada (QVA), porosidade (P), ângulo de repouso (AR) e resistência (R) das sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida (vitavax-thiran) ou extrato aquoso de pimenta-do-reino. Verifica-se que houve efeito de interação entre os fatores para todas as variáveis estudadas, com exceção do diâmetro das sementes (DS) e quantidade de vezes aumentada (QVA). Para as demais variáveis houve efeito de interação entre os fatores a 1 ou 5% de probabilidade.

Tabela 19. Quadrados médios referentes à diâmetro das sementes (DS), porosidade (P), ângulo de repouso (AR), peso de mil de sementes (PMS), quantidade de vezes aumentada (QVA) e resistência (R) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e tratadas com dois produtos de tratamento (PT). Campina Grande, Paraíba, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios				GL	Quadrados Médios	
		DS	P	AR	PMS		QVA	R
ME	3	7,13**	791,57**	311,63**	696,44**	2	0,85**	20258,86**
PT	2	0,03ns	0,43ns	1,02ns	3,58*	2	0,01ns	142,18**
ME x PT	6	0,09ns	3,99**	1,13*	4,06**	4	0,01ns	157,19**
Erro	36	0,01	0,687	0,41	1,04	27	0,004	5,87

(**) (*) (ns) Significativo a 1, 5% e não significativo, respectivamente.

Na Tabela 20 estão contidos os valores médios para o diâmetro de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Observa-se que não houve diferença estatística entre os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento. Também não se observou diferença estatística entre os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento. Por outro lado, para as médias do fator “materiais de enchimento” observou-se diferença estatística entre os tratamentos, com menor diâmetro de sementes registrado na testemunha (1,81 mm) e maior diâmetro quando as sementes foram incrustadas com bentonita (3,59 mm). Os demais materiais de enchimento geraram sementes com diâmetros intermediários, os quais foram diferentes estatisticamente entre si.

Tabela 20. Médias do diâmetro (mm) das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento			Médias
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal	
Testemunha	1,81 ± 0,005	1,81 ± 0,005	1,81 ± 0,005	1,81 d
Bentonita	3,65 ± 0,060	3,58 ± 0,056	3,55 ± 0,055	3,59 a
Gesso	3,27 ± 0,067	3,16 ± 0,029	3,10 ± 0,065	3,17 b
Caulim	2,61 ± 0,025	2,74 ± 0,004	2,54 ± 0,061	2,63 c
Médias	2,83 a	2,83 a	2,75 a	2,81

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,64

As médias da quantidade de vezes aumentada de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão organizados na Tabela 21. Ao se comparar os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, bem como os materiais de enchimento dentro de cada produto tratamento não foi observada diferença estatística. Entretanto, para as médias do fator “materiais de enchimento” foi constatada diferença estatística, com maior aumento da semente quando utilizado a bentonita (1,99 vezes) e menor quando utilizado o caulim (1,46 vezes). Quando se utilizou o gesso, houve um aumento de 1,76 vezes em relação a semente nua, sendo esse um valor intermediário, e diferente estatisticamente dos outros dois materiais de enchimento.

Tabela 21. Médias da quantidade de vezes aumentada de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento			Médias
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal	
Bentonita	2,02 ± 0,038	1,98 ± 0,027	1,96 ± 0,031	1,99 a
Gesso	1,81 ± 0,033	1,75 ± 0,016	1,71 ± 0,036	1,76 b
Caulim	1,44 ± 0,011	1,51 ± 0,005	1,41 ± 0,034	1,46 c
Médias	1,76 a	1,75 a	1,70 a	1,73

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,79

Na Tabela 22 estão contidos os valores médios do percentual de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino retidas nas peneiras de crivo 1,0, 1,5, 2,5 e 4,0 mm. Pode-se observar que a

utilização dos produtos de tratamento exerceu pouca influência sobre a classificação das sementes. Quando as sementes foram incrustadas com bentonita, e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino, aproximadamente 80% delas foram retidas nas peneiras de 1,5 e 2,5 mm. Em relação ao uso do gesso, aproximadamente 65% das sementes incrustadas com esse material foram retidas na peneira de crivo 1,5 mm. As demais peneiras foram responsáveis por reter aproximadamente 35% das sementes. De forma semelhante ao gesso, quando utilizado o caulim, a maioria das sementes foram retidas na peneira de 1,5 mm (aproximadamente 60%). A peneira de 1,0 mm foi responsável por reter em média 30% das sementes, e as peneiras de 2,5 e 4,0 mm retiveram aproximadamente 10% das sementes.

Tabela 22. Sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino, retidas (%) em peneiras de crivo 1,0; 1,5; 2,5 e 4,0 mm. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Combinações	Classificação (mm)			
	1,0	1,5	2,5	4,0
Testemunha	100,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00	0,0 ± 0,00
Bentonita + cola	9,2 ± 0,07	48,8 ± 0,21	40,4 ± 0,17	1,5 ± 0,03
Bentonita + fungicida	15,6 ± 0,09	48,1 ± 0,01	34,0 ± 0,10	2,3 ± 0,17
Bentonita + extrato vegetal	13,0 ± 0,28	55,5 ± 0,26	29,9 ± 0,08	1,6 ± 0,06
Gesso + cola	9,4 ± 0,07	63,3 ± 0,48	21,7 ± 0,36	5,6 ± 0,18
Gesso + fungicida	11,4 ± 0,02	69,3 ± 0,22	14,0 ± 0,09	5,2 ± 0,29
Gesso + extrato vegetal	11,7 ± 0,09	61,9 ± 0,10	14,3 ± 0,13	12,0 ± 0,12
Caulim + cola	34,7 ± 0,05	56,8 ± 0,20	2,4 ± 0,04	6,0 ± 0,11
Caulim + fungicida	25,5 ± 0,19	69,0 ± 0,64	1,6 ± 0,30	3,9 ± 0,53
Caulim + extrato vegetal	29,3 ± 0,04	59,5 ± 0,04	7,1 ± 0,47	4,1 ± 0,41

Na Tabela 23 estão contidos os valores médios para porosidade de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Ao se comparar os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, observa-se que para a testemunha que a porosidade média foi de 36%. Já para o gesso a porosidade variou de 50,75 a 52,00%. Para bentonita, observa-se que as maiores porosidades foram verificadas quando utilizada somente a cola PVA (55%) e o extrato vegetal de pimenta-do-reino (55,25%), sendo iguais estatisticamente entre si e diferentes da porosidade observada quando utilizado o fungicida (52,75%). Comparando-se os produtos de tratamento dentro do caulim, verifica-se que a maior porosidade se deu quando utilizado o fungicida (46%), diferindo estatisticamente de quando utilizada a cola PVA (44,75%) e o extrato vegetal de pimenta-do-reino (44,25%), não diferindo, estes, entre si.

Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento pode-se verificar que, para os três produtos de tratamento, houve diferença estatística entre os materiais de enchimento, com maiores valores de porosidade quando utilizada a bentonita (52,75 – 55,25%). Por outro lado, os menores valores de porosidade foram verificados na testemunha (36%). Em relação as sementes incrustadas com gesso, verifica-se que elas exibiram a segunda maior porosidade dentre os materiais, variando de 50,75 a 52,00%. Sementes incrustadas com o caulim apresentaram porosidades variando de 44,25 a 46,00%, apresentando valores intermediários a testemunha e ao gesso (Tabela 23).

Tabela 23. Médias da porosidade (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	36,00 ± 0,35 dA	36,00 ± 0,35 dA	36,00 ± 0,35 dA
Bentonita	55,00 ± 0,35 aA	52,75 ± 0,41 aB	55,25 ± 0,22 aA
Gesso	50,75 ± 0,22 bA	51,50 ± 0,25 bA	52,00 ± 0,35 bA
Caulim	44,75 ± 0,41 cB	46,00 ± 0,35 cA	44,25 ± 0,54 cB

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 1,78

Os valores médios para o ângulo de repouso de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão organizados na Tabela 24. Comparando-se os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento, observa-se que para a cola PVA e o extrato vegetal, os menores ângulos de repouso foram verificados para o caulim (15,25 e 16,25°, respectivamente), que foram iguais estatisticamente à testemunha (16,00°). Entretanto, quando se utilizou a bentonita, para esses dois produtos de tratamento, verificou-se os maiores ângulos de repouso (26,25 e 25,75°, respectivamente). A incrustação das sementes de colza com gesso, para esses dois produtos de tratamento, proporcionou ângulos de repouso intermediários aos demais materiais (21,50 e 22,75°, respectivamente). Ao se comparar os materiais de enchimento dentro do produto de tratamento fungicida, verifica-se que houve diferença estatística entre todos os materiais, com menor ângulo de repouso quando utilizado o caulim (15°). Por outro lado, o maior ângulo de repouso foi verificado quando as sementes foram incrustadas com bentonita (26,50°). Os demais materiais de enchimento proporcionaram ângulos de repouso intermediários, observando na testemunha um ângulo de repouso médio de 16° e no gesso 21,50°.

Ao se comparar os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento verifica-se que para a testemunha o ângulo de repouso médio foi de 16° e para a bentonita variando de 25,75 a 26,50°. Para o gesso e caulim os maiores ângulos de repouso foram constatados quando utilizado o extrato vegetal de pimenta-do-reino (22,75 e 16,25°, respectivamente). Para esses dois materiais de enchimento, verifica-se que não houve diferença estatística entre a utilização da cola PVA e o fungicida, com ângulo de repouso de 21,50° para o gesso e para o caulim esses valores variaram de 15,00 a 15,25° (Tabela 24).

Tabela 25. Médias do ângulo de repouso (°) das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	16,00 ± 0,35 cA	16,00 ± 0,35 cA	16,00 ± 0,35 cA
Bentonita	26,25 ± 0,22 aA	26,50 ± 0,25 aA	25,75 ± 0,22 aA
Gesso	21,50 ± 0,25 bB	21,50 ± 0,25 bB	22,75 ± 0,22 bA
Caulim	15,25 ± 0,22 cB	15,00 ± 0,35 dB	16,25 ± 0,22 cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,22

Na Tabela 25 estão contidos os valores médios para peso de mil sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento, observa-se que houve diferença estatística entre os materiais de enchimento para os três produtos de tratamento. Os maiores valores de peso de mil sementes, para os três produtos de tratamento, foram verificados quando incrustadas com bentonita, com pesos médios de 21,72; 20,26 e 20,69 g para cola, fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino, respectivamente. Dentre os materiais de enchimento, o caulim, para os três produtos de tratamento, proporcionou sementes incrustadas com menor peso (7,64; 8,89 e 8,35 g para cola, fungicida e extrato vegetal, respectivamente). Sementes incrustadas com gesso exibiram pesos de mil sementes intermediários aos demais materiais de enchimento, com valores médios de 17,04; 15,21 e 13,59 g para cola, fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino, respectivamente. A testemunha apresentou peso médio de mil sementes de 3,60 g, diferindo estatisticamente de todas as sementes incrustadas.

Comparando-se os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento observa-se que na testemunha o peso de mil sementes foi de 3,60 g em média. Para bentonita e caulim, também não foi verificada diferença estatística entre os produtos de tratamento, com

valores do peso de mil sementes variando de 20,26 g a 21,72 g para a bentonita e de 7,64 a 8,89 g para o caulim. Por outro lado, quando utilizado o gesso como material de enchimento, verificou-se influência dos produtos de tratamento sobre o peso de mil sementes, com maior peso quando utilizada a cola (17,04 g) PVA e menor quando utilizado o extrato vegetal de pimenta-do-reino (13,59 g) (Tabela 25).

Tabela 25. Médias do peso de mil sementes (g) de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	3,6028 ± 0,053 dA	3,6028 ± 0,053 dA	3,6028 ± 0,053 dA
Bentonita	21,7263 ± 0,832 aA	20,2668 ± 0,545 aA	20,6925 ± 0,497 aA
Gesso	17,0493 ± 0,563 bA	15,2110 ± 0,575 bB	13,5906 ± 0,374 bC
Caulim	7,6482 ± 0,270 cA	8,8948 ± 0,400 cA	8,3560 ± 0,296 cA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 8,51

Os valores médios para a resistência de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão organizados na Tabela 26. Comparando-se os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, constata-se para a bentonita e o caulim que não houve diferença estatística entre os produtos de tratamento, com resistências variando de 99,0 a 100,0%. Já para o caulim, essa resistência variou de 98,5 a 100,0%. Entretanto, quando utilizado o gesso para incrustação das sementes verificou-se maior resistência para o fungicida (40,50%), diferindo estatisticamente de quando utilizada a cola PVA (23,0%) e o extrato vegetal (21,25%), sendo estes iguais estatisticamente entre si.

Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento em relação a resistência, verifica-se que, para os três produtos de tratamento, não houve diferença estatística entre a bentonita e o caulim, com valores variando de 99,0 a 100,0% para a bentonita e de 98,50 a 100,0% para o caulim. Esses dois materiais de enchimento diferiram estatisticamente do gesso, onde os valores de resistência foram de 23,0; 40,5 e 21,25% para cola, fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino, respectivamente (Tabela 26).

Tabela 26. Percentual de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino resistentes a danos mecânicos. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Bentonita	100,00 ± 0,00 aA	99,00 ± 0,50 aA	99,50 ± 0,43 aA
Gesso	23,00 ± 2,06 bB	40,50 ± 1,64 bA	21,25 ± 1,29 bB
Caulim	98,50 ± 0,83 aA	99,50 ± 0,43 aA	100,00 ± 0,00 aA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 3,20

Qualidade fisiológica das sementes incrustas e tratadas

Na Tabela 27 estão organizados os valores dos quadrados médios para primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), terceira contagem da germinação (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Verifica-se para todas as variáveis estudadas efeito altamente significativo para os fatores isolados ou em interação, revelando diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Tabela 27. Quadrados médios referentes à primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e percentuais de material cimentante (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios			
		PCG	G	TCG	MSPA
ME	3	2496,66**	1994,05**	772,08**	10257,63**
PC	2	1723,58**	1540,18**	121,33**	6543,75**
ME x PC	6	307,91**	292,15**	110,00**	1015,97**
Erro	36	15,38	13,62	12,91	107,63

**Significativo a 1%

As médias da primeira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão contidas na Tabela 28. Comparando-se os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, observa-se para a testemunha a germinação média foi de 57,50%. Para a bentonita, a maior germinação foi constatada quando utilizada a cola (34,00%), seguido do extrato vegetal (26,00%) e o fungicida (8,00%), apresentando, estes, diferença estatística entre si. Para o gesso e o caulim, as maiores germinações foram observadas quando utilizado o extrato vegetal (60,00 e 52,50%, respectivamente). Por outro lado, as menores germinações, para esses

dois materiais, foram observadas quando utilizado o fungicida, exibindo germinações de 24,00 e 32,00%, respectivamente. A cola, para esses materiais, apresentou comportamento intermediário, com germinações de 54,00 e 44,50%, respectivamente (Tabela 28).

Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento verifica-se que para a cola as maiores germinações ocorreram na testemunha (57,50%) e no gesso (54,00%), sendo iguais estatisticamente entre si, e diferentes da germinação observada quando utilizado o caulim (44,50%) e a bentonita (34,00%). Quando utilizado o fungicida pode-se verificar que todos os tratamentos foram diferentes estatisticamente entre si, com maior germinação na testemunha (57,50%) e menor na bentonita (8,00%). O caulim e o gesso apresentaram comportamentos intermediários, com germinações de 32,00 e 24,00%, respectivamente (Tabela 28).

Quando utilizado o extrato vegetal de pimenta-do-reino verifica-se que o gesso e a testemunha apresentaram as maiores germinações, com 60,00 e 57,50%, respectivamente de germinação. Por outro lado, a menor germinação foi constatada quando as sementes foram incrustadas com a bentonita (26,00%). Sementes que foram incrustadas com caulim exibiram germinações (52,50%) com comportamento intermediário em relação aos demais tratamentos (Tabela 28).

Tabela 28. Médias da primeira contagem da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	57,50 ± 0,83 aA	57,50 ± 0,83 aA	57,50 ± 0,83 aA
Bentonita	34,00 ± 2,49 cA	8,00 ± 1,58 dC	26,00 ± 2,45 cB
Gesso	54,00 ± 1,87 aB	24,00 ± 2,12 cC	60,00 ± 0,71 aA
Caulim	44,50 ± 1,92 bB	32,00 ± 1,87 bC	52,50 ± 1,48 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 9,27

Na Tabela 29 estão organizadas as médias da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim, e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento, constata-se que a maior germinação foi verificada na testemunha (71,50%), diferindo estatisticamente do gesso (63,50%). Por outro lado, as menores germinações foram observadas quando utilizada a bentonita (54,50%) e caulim (53,00%), não diferindo estatisticamente entre si. Em relação ao fungicida, constata-se que a maior germinação foi

verificada na testemunha (71,50%) e a menor quando utilizada a bentonita (23,00%). A incrustação das sementes de colza com gesso e caulim proporcionaram sementes com germinações intermediárias em relação aos outros materiais, sendo essas germinações de 39,50 e 42,75%, respectivamente.

Ao se utilizar o extrato vegetal de pimenta-do-reino, verifica-se que não houve diferença estatística entre a germinação das sementes da testemunha (71,50%) e aquelas incrustadas com gesso (70,75%). Essas germinações foram estatisticamente diferentes daquelas observadas quando as sementes foram incrustadas com caulim (60,50%) e de quando utilizada a bentonita (44,00%) (Tabela 29).

Pode-se verificar que na testemunha a germinação média foi de 71,50%. Para a bentonita, observa-se que a cola proporcionou uma maior germinação (54,50%), diferindo do extrato vegetal de pimenta-do-reino (44,00%) e do fungicida (23,00%), o qual apresentou a menor germinação dentre os produtos de tratamento para esse material de enchimento. Quanto ao gesso e caulim, as maiores germinações ocorreram quando se utilizou o extrato vegetal de pimenta-do-reino (70,75 e 60,50%, respectivamente), diferindo da cola (63,50 e 53,00%, respectivamente). O fungicida, nesses dois materiais, proporcionou as menores germinações (39,50 e 42,75%, respectivamente) (Tabela 29).

Tabela 29. Médias da germinação de sementes (%) de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	71,50 ± 1,09 aA	71,50 ± 1,09 aA	71,50 ± 1,09 aA
Bentonita	54,50 ± 2,28 cA	23,00 ± 2,50 cC	44,00 ± 1,22 cB
Gesso	63,50 ± 1,48 bB	39,50 ± 2,17 bC	70,75 ± 0,82 aA
Caulim	53,00 ± 1,50 cB	42,75 ± 0,82 bC	60,50 ± 1,92 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 6,65

As médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim, e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão dispostas na Tabela 30. Ao comparar os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, verifica-se que na testemunha a germinação média foi de 72,0%. Em relação a bentonita, constata-se que a cola e o fungicida proporcionaram as maiores germinações (59,00 e 55,50%, respectivamente), as quais foram significativamente diferentes da germinação observada quando utilizado o extrato vegetal (49,50%). No que se refere ao gesso, verifica-se

que os três produtos diferiram entre si. Ao utilizar o extrato vegetal a germinação foi de 72,50%, sendo a maior dentre os três produtos, seguida da germinação observada quando utilizada a cola (66,00%) e no fungicida (56,50%). Quanto ao caulim, a maior germinação foi verificada quando se utilizou o extrato vegetal (61,50%), diferindo da cola (56,50%) e do fungicida (51,50%), sendo, esses, iguais estatisticamente entre si.

Por outro lado, ao realizar a comparação dos materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento, pode-se verificar que, para a cola, a maior germinação ocorreu na testemunha (72,00%), que diferiu da germinação quando se utilizou o gesso (66,00%), e da bentonita e caulim (59,00 e 56,50%, respectivamente), os quais não apresentaram diferença estatística entre si (Tabela 30)

No tocante ao fungicida, a maior germinação foi verificada na testemunha (72,00%) diferindo dos demais materiais, que tiveram germinações de 55,50; 56,50 e 51,50% para bentonita, gesso e caulim, respectivamente. Em se tratando do extrato vegetal de pimenta-do-reino, verifica-se que a germinação quando utilizado o gesso (72,50%) não diferiu da testemunha (72,00%). Contudo, diferiram da germinação registrada quando utilizado o caulim (61,50%), e de quando utilizada a bentonita (49,50%), sendo a menor germinação dentre os materiais (Tabela 30).

Tabela 30. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	72,00 ± 0,71 aA	72,00 ± 0,71 aA	72,00 ± 0,71 aA
Bentonita	59,00 ± 1,66 cA	55,50 ± 1,30 bA	49,50 ± 0,43 cB
Gesso	66,00 ± 1,87 bB	56,50 ± 2,86 bC	72,50 ± 1,09 aA
Caulim	56,50 ± 1,92 cB	51,50 ± 1,09 bB	61,50 ± 2,28 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 5,79

Na Tabela 31 estão contidos os valores médios para matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento verifica-se que, para a cola PVA, o maior valor para matéria seca foi observado na testemunha (140,00 mg). Por outro lado, os menores valores para matéria seca da parte aérea foram registrados quando as sementes foram

incrustadas com bentonita e caulim (92,50 e 95,00 mg, respectivamente). Já a incrustação de sementes com gesso exibiu valores intermediários para matéria seca da parte aérea (120,00 mg).

Comparando-se os materiais de enchimento dentro do fungicida, pode-se verificar que o maior valor de matéria seca foi constatado na testemunha (140,00 mg), diferindo estatisticamente dos valores de matéria seca para sementes incrustadas com gesso (72,50 mg) e caulim (70,00 mg), os quais foram iguais estatisticamente e diferentes da matéria seca da parte aérea observada quando as sementes foram incrustadas com bentonita (37,50 mg). Quanto ao extrato vegetal, pode-se observar que os maiores valores de matéria seca foram registrados na testemunha (140,00 mg) e quando as sementes foram incrustadas com gesso (132,50 mg), não diferindo estatisticamente entre si. Por outro lado, diferiram estatisticamente de quando utilizado o caulim (117,50 mg) e a bentonita (80,00 mg), os quais diferiram estatisticamente entre si (Tabela 31).

Ao se comparar os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, verifica-se que na testemunha o valor médio para matéria seca da parte aérea foi de 140,0 mg. Para bentonita e gesso, os maiores valores de matéria seca da parte aérea foram registrados quando utilizado somente a cola PVA (92,50 e 120,00 mg, respectivamente) e em conjunto com extrato vegetal de pimenta-do-reino (80,00 e 132,50 mg, respectivamente). Para o caulim, o maior valor de matéria seca da parte aérea foi registrado quando utilizado o extrato vegetal de pimenta-do-reino (117,50 mg), diferindo estatisticamente da observada quando utilizada a cola PVA (95,00 mg) e o fungicida (70,00 mg), que foi o menor valor de matéria seca dentre os produtos de tratamento (Tabela 31).

Tabela 31. Médias da matéria seca da parte aérea (mg) de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	140,00 ± 3,54 aA	140,00 ± 3,54 aA	140,00 ± 3,54 aA
Bentonita	92,50 ± 2,17 cA	37,50 ± 2,17 cB	80,00 ± 3,54 cA
Gesso	120,00 ± 6,12 bA	72,50 ± 4,15 bB	132,50 ± 9,60 aA
Caulim	95,00 ± 4,33 cB	70,00 ± 3,54 bC	117,50 ± 2,17 bA

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 10,06

Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas

Os resultados da análise de variância para o teor de água de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão organizados na Tabela 32. Verifica-se que os fatores isolados ou em interação exibiram efeito altamente significativo, indicando diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 32. Análise de variância para o teor de água (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

FV	GL	SQ	QM	F
MI	3	110,3599	36,7866	383,9720**
PA	2	3,7683	1,8841	19,6666**
MI x PA	6	8,2802	1,3800	14,4046**
Tratamentos	11	122,4085	11,1280	116,1524**
Resíduo	36	3,4490	0,0958	
Total	47	125,8575		

** Significativo a 1%

Na Tabela 33 estão contidas as médias do teor de água de sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Comparando-se os produtos de enchimento dentro de cada produto de tratamento, constata-se que todos os materiais apresentaram diferença estatística entre si, sendo que a bentonita apresentou maior teor de água (7,40%), seguido do gesso (6,03%), a testemunha (5,07%) e o caulim (3,15), o qual teve o menor teor de água dentre os materiais de enchimento. Quando se utilizou o fungicida, constatou-se que a bentonita, novamente, apresentou o maior teor de água (7,84%), sendo diferente estatisticamente do gesso (4,93%) e testemunha (5,07), os quais foram iguais estatisticamente entre si. Por outro lado, o caulim, assim como na colza, foi o material de enchimento que teve o menor teor de água (3,81%), diferindo estatisticamente dos demais materiais. Para o extrato vegetal, todos os materiais foram diferentes estatisticamente entre si, com maior teor de água quando utilizada a bentonita (7,43%), seguido da testemunha (5,07%), gesso (3,79%) e o caulim (2,99%) (Tabela 33)

Comparando-se os produtos de tratamento dentro de cada material de enchimento, pode-se observar que na testemunha e bentonita, o produto de tratamento não influenciou significativamente o teor de água das sementes incrustadas. Para a testemunha esse valor foi de 5,07%. Já para a bentonita os valores do teor de água variaram de 7,40% (colza) a 7,84%

(fungicida). Por outro lado, para o gesso e o caulim, os materiais de tratamento exerceram influência sobre o teor de água das sementes, sendo que para o gesso o maior teor de água foi observado quando utilizada a cola (6,03%), sendo diferente estatisticamente do fungicida (4,93%) e do extrato vegetal (3,79%). Para o caulim, o maior teor de água foi verificado quando utilizado o fungicida (3,81), sendo diferente estatisticamente da cola (3,15%) e do extrato vegetal (2,99%) (Tabela 33).

Ao se comparar os materiais de enchimento dentro de cada produto de tratamento, verifica-se que, para a cola, todos os materiais de enchimento foram diferentes estatisticamente entre si, com maior teor de água observado quando utilizada a bentonita (7,40%), seguido do gesso (6,20%), testemunha (5,07%) e o caulim (3,15%), sendo este último aquele que teve o menor teor de água. Quanto ao fungicida, o maior teor de água foi verificado quando utilizada a bentonita (7,84%), a qual foi estatisticamente diferente do gesso (4,93%) e da testemunha (5,07%), os quais foram iguais estatisticamente entre si e diferentes do teor de água verificado quando utilizado o caulim (3,81%) (Tabela 33).

Em relação ao extrato vegetal, todos os materiais foram diferentes estatisticamente entre si, apresentando maior teor de água quando as sementes foram incrustadas com bentonita (7,43%), sendo diferente estatisticamente da testemunha (5,07%), do gesso (3,79%) e do caulim (2,9900%) o qual teve o menor teor de água para esse produto de tratamento (Tabela 33).

Tabela 33. Médias do teor de água (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de enchimento	Produtos de tratamento*		
	Cola	Fungicida	Extrato vegetal
Testemunha	5,07 ± 0,10 cA	5,07 ± 0,10 bA	5,07 ± 0,10 bA
Bentonita	7,40 ± 0,03 aA	7,84 ± 0,19 aA	7,43 ± 0,17 aA
Gesso	6,03 ± 0,12 bA	4,93 ± 0,15 bB	3,79 ± 0,19 cC
Caulim	3,15 ± 0,10 dB	3,81 ± 0,10 cA	2,99 ± 0,17 dB

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 5,94

Na Figura 22 estão representados graficamente os comportamentos da absorção de água pelas sementes de colza incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Os modelos gerados para estimar os dados da absorção de água pelas sementes foram de segundo grau, com coeficientes de determinação variando de 0,9254 a 0,9941, sendo, todos, significativos a 1%, representando de forma confiável os dados experimentais.

Sementes de colza incrustadas com bentonita, independentemente do produto de tratamento utilizado, exibiram absorções de água em duas fases distintas. Na primeira fase, que corresponde ao intervalo do 1º ao 10º dia, o ganho médio de água foi de 12%. Para o restante dos dias (22 dias), o ganho médio de água pelas sementes foi constante, sendo de 8% do 11º a 22º e de 8% para 23º ao 32º. Esse comportamento também foi observado quando as sementes foram incrustadas com gesso + cola PVA (Figura 22).

Contudo, quando as sementes foram incrustadas com gesso + fungicida ou gesso + extrato vegetal observou-se três fases distintas. Na primeira (1-10º dia) ocorreu um ganho médio de 10% de água. Na segunda fase (11-20º dia) ocorreu uma diminuição nesse ritmo, havendo um ganho médio de água de 5%. Na terceira fase (21-30º dia) esse ritmo ficou ainda mais lento, ocorrendo um ganho médio de 2,5% (Figura 22).

Sementes incrustadas com caulim e tratadas com cola PVA ou fungicida apresentaram três fases distintas de absorção de água. Na primeira fase (1-10º dia) houve um ganho médio de água de 7%. Na segunda fase, que compreende do 11º ao 20º dia, o ganho médio de água foi de 4%. Já na terceira fase (21-30º dia) o ganho de água foi metade da segunda, ganhando apenas 2% de água, em média. Em relação as sementes que foram incrustadas com caulim e tratadas com extrato vegetal de pimenta-do-reino, observou-se duas fases distintas de absorção. Na primeira fase (1-6º dia) houve um ganho médio de 5% de água. No restante dos dias (7-20º dia) observou-se um ganho de água de forma contínua, sendo de 3% para o intervalo do 7º ao 13º dia, e de 3% do 14º ao 20º dia (Figura 22).

Em relação a absorção de água pelas sementes que não foram incrustadas (testemunha), notou-se dois ritmos distintos de absorção. Na primeira etapa (1-8º dia), as sementes ganharam em média 10% de seu peso em água. Na segunda fase (9-23º dia) as sementes ganharam, de uma forma contínua 14% de água, sendo 7% do 9º ao 16º dia e 7% do 17º ao 23º dia (Figura 22).

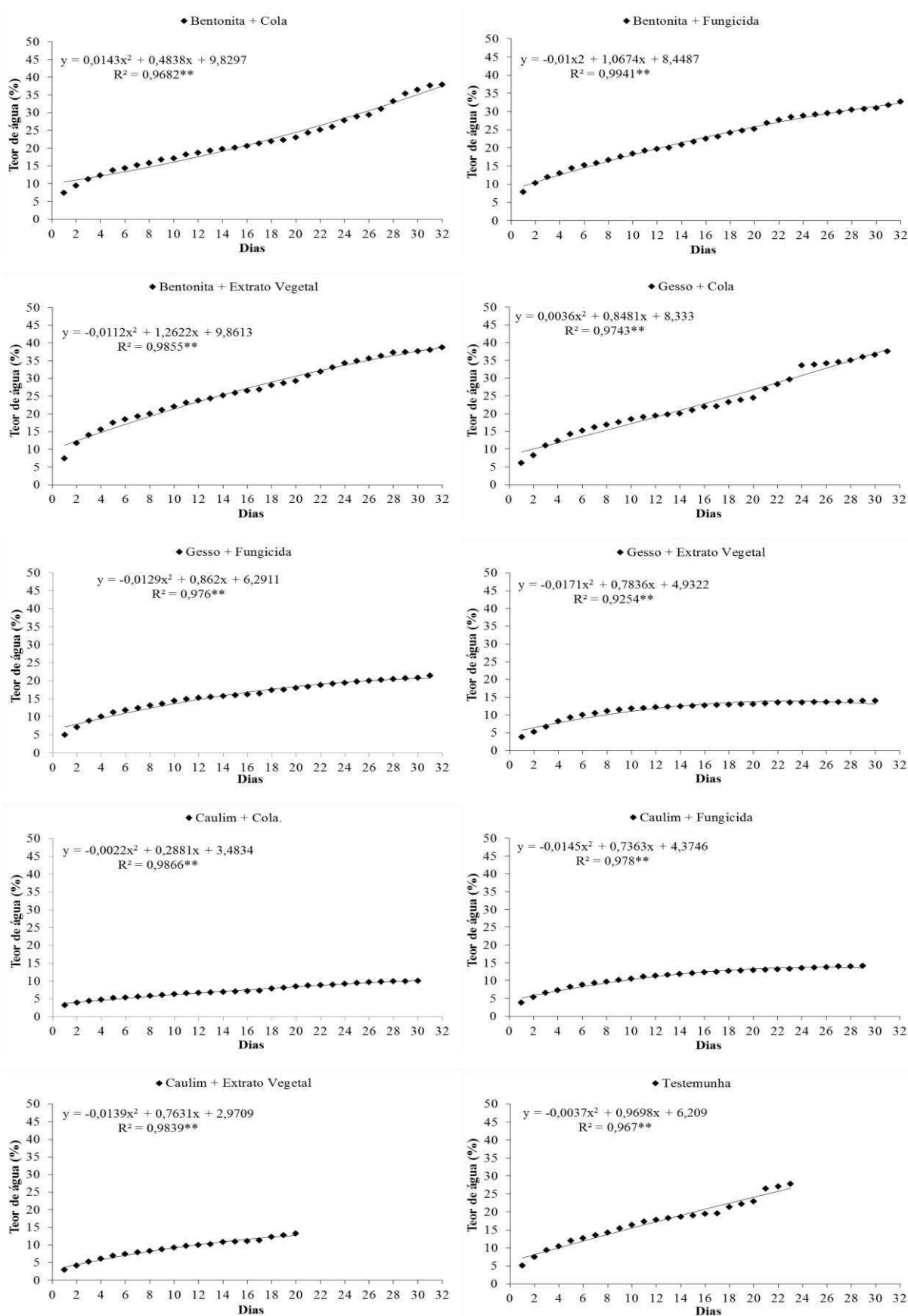


Figura 22. Comportamento da absorção de água pelas sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita, gesso ou caulim e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017.

DISCUSSÃO

Características físicas das sementes incrustadas e tratadas

Nota-se que os materiais de enchimento proporcionaram às sementes de colza mudanças sobre as características físicas, com destaque para a bentonita que se sobressaiu sobre os demais materiais, apresentando maiores valores para o diâmetro das sementes, aumentando em média 200% o diâmetro original da semente. O gesso também se mostrou como material capaz de aumentar o diâmetro da semente, contudo aumentou em média 175% o diâmetro. De maneira geral, a bentonita gerou sementes com maior diâmetro, seguido por gesso e caulim.

Além do mencionado acima, sementes incrustadas com bentonita, independentemente do produto de tratamento utilizado, foram retidas em sua maioria nas peneiras de crivo 1,5 e 2,5 mm, correspondendo a aproximadamente 80% das sementes. Quanto as sementes que foram incrustadas com gesso ou caulim, 60% delas foram retidas na peneira de malha 1,5 mm.

No tocante ao peso de mil sementes, todos os materiais possibilitaram o aumento de peso das sementes, todavia a bentonita e o gesso se destacaram por aumentar em aproximadamente 550 e 400%, respectivamente, o peso das sementes. O caulim proporcionou um aumento médio de 220%.

Novamente mostra a superioridade da bentonita como material de enchimento, sendo capaz de agregar maior quantidade de material sobre a superfície da semente. Verifica-se ainda que os produtos de tratamento (fungicida ou extrato vegetal) exerceram pouca influência sobre as características físicas das sementes, ocorrendo pequenas variações entre os produtos.

Miller e Sooter (1967) consideram que a vantagem desse aumento de tamanho e peso é a economia de sementes, redução ou eliminação do desbaste, maior uniformidade na maturação e populações definidas de plantas. Já Borderon (1989) e Sachs et al. (1982) afirmam que o aumento de tamanho e peso, possibilita a semeadura de precisão. Roos e Moore III (1975), confirmam as observações anteriores enfatizando ainda a possibilidade de semeadura mecanizada pois, além de tamanho e peso, a técnica padroniza forma.

Em relação a porosidade, a bentonita se mostrou superior sobre os demais materiais, aumentando em 52% a porosidade em relação as sementes nuas. O gesso e o caulim aumentaram em média 38 e 22%, respectivamente, o tamanho dos poros. De acordo com Silva (2008), o conhecimento dessa característica física é importante, principalmente em silos, onde sementes maiores, conseqüentemente com maior porosidade, permitem maior eficiência dos processos de aeração e secagem, devido deixar passar de forma mais eficiente o ar, seja ele aquecido ou não, por entre as sementes. Além disso, reflete sobre o dimensionamento dos

ventiladores, nos sistemas de secagem e aeração e na potência dos motores. Assim, sementes incrustadas com bentonita demandariam menor fluxo de ar e conseqüentemente menos energia.

Quanto ao ângulo de repouso das sementes, apenas os materiais de enchimento bentonita e gesso modificaram o ângulo das sementes, tendo a bentonita aumentado, em média, 10 graus e o gesso aumentado 5 graus o ângulo de repouso das sementes. Esse aumento pode estar relacionado ao teor de água em que as sementes se encontram pós incrustamento. Por outro lado, no presente trabalho, não se utilizou material de acabamento (polimento), o qual se utilizado provavelmente diminuiria o atrito e conseqüentemente o ângulo de repouso, por deixar as sementes mais lisas.

Segundo Silva et al. (2006), a tendência de se aumentar o ângulo de repouso com a elevação do teor de água deve-se a maior rugosidade que grãos e sementes possuem em teores maiores de água, impondo, assim, uma maior resistência ao deslizamento de uma partícula da massa de produto contra a outra, aumentando o ângulo de repouso do material.

Todavia, ângulos de repouso diferentes entre materiais deva-se provavelmente, também, as características dos materiais de enchimento, que proporcionam sementes incrustadas com níveis diferentes de acabamento, conseqüentemente com rugosidades diferentes ao final do processo.

No tocante a resistência das sementes incrustadas, a bentonita e o caulim apresentaram altas resistências (até 100%), com qualquer produto de tratamento. Entretanto, o gesso exibiu baixas resistências, sendo a maior quando utilizado juntamente com o fungicida (aproximadamente 40%). Essa característica, assim como o tamanho, é importante quando se trabalha com incrustação ou peletização de sementes.

De acordo com Silva e Nakagawa (1998), a resistência se relaciona a manutenção da integridade da semente incrustada durante as operações de beneficiamento, transporte e manuseio. Conforme esses mesmos autores, a diferença entre os materiais se deve as características físicas dos próprios materiais. O que para bentonita e caulim formaram-se estruturas firmes e com certa plasticidade, não se fragmentando após a queda, enquanto que para o gesso se formou uma estrutura rígida e sem plasticidade, ocorrendo a quebra do incrustamento com o impacto decorrente da queda da semente.

Qualidade fisiológica das sementes incrustas e tratadas

Em relação a qualidade fisiológica das sementes de colza incrustadas, verificou-se que os únicos tratamentos que foram semelhantes a testemunha para a primeira contagem da

germinação foram gesso + cola e gesso + extrato vegetal de pimenta-do-reino. As outras combinações de materiais de enchimento e produto de tratamento diminuíram significativamente os valores da primeira contagem da germinação, com destaque para quando se utilizou o fungicida. Qualquer material de enchimento combinado com fungicida reduziu de forma severa a germinação, com reduções de 49% para bentonita, 33% para o gesso e 25% para o caulim, em relação a testemunha.

Sobre a germinação e a terceira contagem da germinação, apenas o gesso + extrato vegetal de pimenta-do-reino foi semelhante a testemunha. As demais combinações proporcionaram às sementes germinações inferiores. Para a germinação, percebe-se o mesmo comportamento para as sementes tratadas com fungicida, uma redução brusca nas porcentagens de germinação. No entanto, na terceira contagem, constata-se uma recuperação na germinação das sementes de colza incrustadas com bentonita + fungicida e caulim + fungicida sendo semelhantes a combinações que continham somente cola PVA.

Observando as três contagens da germinação nota-se que uma recuperação, na terceira contagem, de todos os tratamentos, porém de forma mais evidente quando utilizado o fungicida, onde houve de início, na bentonita, uma germinação de 8%, 23% na segunda contagem, atingindo 55% na terceira contagem. Apesar disso, com exceção do gesso + extrato vegetal, as germinações, na terceira contagem não conseguiram se igualar a testemunha, ou seja, ocorrendo uma redução da germinação e vigor.

No tocante a matéria seca da parte aérea, verifica-se, novamente, que o gesso + extrato vegetal de pimenta-do-reino foi a única combinação a se igualar a testemunha. E assim como evidenciado na germinação, aquelas sementes que receberam tratamento com fungicida tiveram valores de matéria seca bem inferiores aos demais produtos de tratamento. Esses resultados estão ligados de forma direta ao número de sementes germinadas, explicando os baixos valores, principalmente para aquelas combinações que tinham o fungicida em sua composição.

De maneira geral o gesso se destacou em relação a germinação e vigor das sementes. Contudo, diante dos resultados de resistência contidos na parte das características físicas desse capítulo, a maior germinação é explicada pela menor resistência da cobertura, a qual em testes apresentou alta taxa de fragmentação (60 a 80% de quebra). Apesar da germinação observada com o gesso, ela, exclusivamente, não é um parâmetro decisivo para escolha do material de incrustação. O mesmo deve possuir capacidade de aumentar o diâmetro da semente de forma satisfatória e, além de outras características, possuir resistência suficiente para utilização no plantio mecanizado.

As reduções de germinação e vigor das sementes incrustadas também foram verificadas por Oliveira et al. (2003), onde relatam que alguns materiais, dentre eles fungicida, utilizados no revestimento das sementes, assim como a sua dosagem, podem causar efeitos fitotóxicos imediatos na germinação ou reduzir a qualidade fisiológica das sementes. Franzin et al. (2004) também verificaram reduções na germinação e vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) peletizadas em relação a sementes não peletizadas, e sugerem ainda que essas sementes devem ser avaliadas por meio de testes específicos. Neste sentido, Sachs et al. (1981), relatam que a maioria dos materiais de revestimento utilizados dificulta a penetração de oxigênio na semente.

Giménez-Sampaio e Sampaio (1994), corroboram as opiniões acima ao afirmarem que os resultados obtidos de sementes recobertas não podem ser interpretados da mesma maneira que sementes nuas, uma vez que os testes utilizados para avaliar a capacidade germinativa e vigor das sementes recobertas são os mesmos.

De acordo com Luz e Oliveira (2008), a bentonita, seja ela cálcica ou sódica, ao entrar em contato com água, ganha aspecto de um gel, que pode ter dificultado a germinação das sementes de colza incrustadas com esse material. Apesar da menor germinação de sementes recobertas com a bentonita em relação aos demais materiais, a mesma se mostrou promissora no processo incrustação de sementes de colza, resultando em uma redução de 20% da germinação em relação a testemunha, contabilizado na terceira contagem. Congregado a isso, a bentonita apresenta as características de aumento de tamanho, peso e maior resistência necessários para um bom revestimento do tipo incrustação. O resultado da germinação sugere testar outros materiais cimentantes e/ou percentuais destes e um polímero para acabamento que possa promover uma diminuição desta diferença de germinação com a testemunha, com um maior tempo de secagem após incrustação e/ou um ou outro.

Absorção e teor de água das sementes incrustadas e tratadas

Em relação ao teor de água das sementes incrustadas, observa-se que a bentonita, de modo geral, exibiu os maiores valores, enquanto que no caulim constatou-se os menores teores de água. Uma hipótese para isso ter acontecido é que os materiais de enchimento possuem níveis diferentes de higroscopicidade, uma vez que todas as combinações (enchimento e tratamento) receberam a mesma quantidade de calda.

Nota-se que, para esses dois materiais, os produtos de tratamento causaram pouca influência sobre a variável em estudo. Entretanto, quando se utilizou o gesso, verificou-se que houve grande diferença do teor de água entre os produtos de tratamento, indicando que esses

produtos reagem de forma diferente com o gesso, alterando a capacidade desse material de enchimento de perder ou ganhar água do ambiente.

Comportamento semelhante ao teor de água do caulim e gesso foi observado por Coraspe et al. (1993) que ao trabalharem com sementes de alface peletizadas, verificaram teores de água menores em sementes peletizadas em comparação com a testemunha (sem peletização). Lagôa et al. (2011) também verificaram conduta semelhante em sementes de milho superdoce, onde os teores de água menores foram verificados em sementes peletizadas. Neste trabalho, sementes incrustadas com bentonita apresentaram teores de água mais elevados que os demais materiais e a testemunha, isso provavelmente deve-se a capacidade de inchamento que essa argila possui na presença de água, ou seja, ela possui grande capacidade em absorver água. Silva e Ferreira (2008) relatam que ela é utilizada como material absorvente em alguns produtos comerciais.

O teor de água de uma semente determina seu nível de atividade metabólica: quanto maior mais intenso será seu metabolismo. O teor está na dependência direta da umidade relativa do ar e indireta da temperatura do ar (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

No tocante a absorção de água pelas sementes, nota-se que cada material de enchimento e tratamento apresentou ritmos distintos de absorção de água e tempos diferentes para iniciar o processo germinativo. Isso implica que esses materiais formaram barreiras às trocas gasosas com permeabilidades diferentes. Verifica-se que apenas os tratamentos gesso + fungicida; gesso + extrato vegetal de pimenta-do-reino; caulim + cola e caulim + fungicida apresentaram padrão trifásico proposto por Bewley e Black (1994). Para os demais tratamentos não foi possível precisar três fases, assim verificando com clareza duas fases distintas de absorção.

Essa diferença de fases entre tratamentos possivelmente ocorreu devido ao nível de interação entre o material de enchimento, tratamento e cimentante, provocando um impedimento físico, fato observado também por Custódio et al. (2011) em sementes peliculizada de *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich.) Stapf. Resultado contrário foi observado por Silva (2015) em sementes de amendoim (*Arachis hypogea* L.) e feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] revestidas com polímero comercial, fécula de mandioca e acetato de polivinila em que, a curva de embebição seguiu um padrão trifásico.

Outro aspecto que pode ser observado é que alguns tratamentos iniciaram o processo germinativo com teores de água baixo, como por exemplo gesso + extrato vegetal; caulim + cola; caulim + fungicida e caulim + extrato vegetal. Isso provavelmente se deve a que a semente em si, sem o incrustamento, tenha atingido o teor de água necessário para iniciar a germinação,

sem que o conjunto de semente + incrustação tenha o teor de água necessário para iniciar o processo germinativo.

CONCLUSÕES

Diante o exposto, pode-se concluir que:

- Sementes de colza incrustadas com bentonita apresentam maior diâmetro, quantidade de vezes aumentada, porosidade, ângulo de repouso e peso de mil sementes, seguido do gesso e caulim;
- A incrustação com bentonita e caulim são mais resistentes a queda, enquanto que sementes incrustadas com gesso são menos resistentes;
- Sementes incrustadas com bentonita são retidas, em sua maioria, nas peneiras de 1,5 e 2,5 mm de crivo.
- O gesso e o caulim utilizados na incrustação, proporcionam sementes que são retidas em sua maioria em peneiras de crivo 1,5 mm.
- Os produtos de tratamento exercem pouca influência sobre as características físicas das sementes incrustadas.
- A combinação de gesso + fungicida aumenta a resistência do incrustamento.
- A germinação e o vigor são afetados pela incrustação.
- Sementes incrustadas com gesso apresentam os melhores resultados para germinação e vigor, seguido do caulim e bentonita.
- A incrustação das sementes com gesso + extrato vegetal apresenta a mesma germinação e vigor de sementes sem incrustação.
- O fungicida prejudica a germinação e vigor das sementes de colza independentemente do material de incrustação utilizado.
- Sementes de colza incrustadas com bentonita possuem o teor de água maior e aquelas incrustadas com caulim reduzem o teor de água.
- Os materiais de incrustação e tratamento proporcionam ritmos diferentes de absorção de água.

REFERÊNCIAS

ABBASI, B.H. Conventional and modern propagation techniques in *Piper nigrum*. *Journal of Medicinal Plants Research*, v.4, n.1, p.7-12, 2010.

ALMEIDA, S. A.; ALMEIDA, F. A. C.; SANTOS, N. R.; ARAÚJO, M. E. R.; RODRIGUES, J. P. Atividade inseticida de extratos vegetais sobre *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) (Coleoptera: Bruchidae). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 67-70, 2004.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**, 2 ed. Plenum Press: New York, 1994, 455p.

BOMTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios à saúde**. São Paulo: Alaude, 2007. 110p.

BONG, C. F. J. Pellitorine, a Potential Anti-Cancer Lead Compound against HL60 and MCT-7 Cell Lines and Microbial Transformation of Piperine from *Piper Nigrum*. **Molecules**, v.15, n.4, p.2398-2404, 2010.

BORDERON, M. A. Enrobage et pelliculage: La semence habillée. **Cultivar**, v.246, p. 77- 78, 1989.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARDOSO, J. F. R.; EVANGELISTA, D. W.; VIANA, E. B.; LIMA, M. E. F.; SOARES, B. A.; BARRETO JUNIOR, C. B.; BRITO, M. F.; MAZUR, C.; DANELLI, M. G. M.. Avaliação do efeito tóxico da Piperina isolada da pimenta do reino (*Piper nigrum* L) em camundongos. **Revista Universidade Rural**, v.25, n.1, p.85-91, 2005.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.]

CORASPE, H. M.; IDIARTE, H. G.; MINAMI, K. Avaliação do efeito de peletização sobre o vigor de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.). **Scientia Agricola**, v.50, n.3, p.349-354, 1993.

CUSTÓDIO, C. C.; AMBIEL, A. C.; RODRIGUES, D. Z.; AGOSTINI, E. A. T.; FACTUR, V. D.; PAVANELLI, L. E. Peliculização de sementes intactas e escarificadas de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, p. 314-321, 2011.

DURAN, J.M.; RETAMAL, N. **Semillas "sintéticas" y biotecnología**. II Symposium Nacional de Semillas, Sevilla. 1989. 14p

FRANZIN, S. M.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; ROVERSI, T. Avaliação do vigor de sementes de alface nuas e peletizadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 2, p. 114-118, 2004.

GIMÉNEZ-SAMPAIO, T.; SAMPAIO, N. V. **Recobrimento de sementes**. Informativo ABRATES, Londrina, v. 4, n. 3, 1994, 52 p.

KHAN, S.; ANWAR, F.; ABDIN, M. Z. Development of RAPD markers for authentication of *Piper nigrum* (L.). **Environment & We an International Journal of Science & Technology**, v.5, n.1, p.47- 56, 2010.

LAGÔA, A. O. **Efeitos da peletização na plantabilidade e na qualidade fisiológica de sementes de milho superdoce armazenadas em câmara fria.** 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2011.

LUZ, A. B.; OLIVEIRA, C. H. Bentonita. In: LUZ, A. B.; LINS, F. F. **Rochas & Minerais Industriais: Usos e Especificações.** 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, 2008, p.239-254.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. Revestimento de sementes de milho superdoce (SH2)1. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n 2, p.68-79, 2007.

MILLER, W. F.; SOOTER, C. Improving emergence of pelleted vegetable seed. **Transactions of the ASAE**, v.10, n.5, p.658-666, 1967.

MORI, C.; TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da canola no mundo e no Brasil** (Embrapa Trigo. Documentos, 149). Passo Fundo: Embrapa Trigo. 2014, 36 p.

OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; SILVA, J. B. C. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 20-27, 2003.

ROOS, E. E.; MOORE III, F. D. Effect of seed coating on performance of lettuce seeds in greenhouse soil tests. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 100, p.573-576, 1975.

SACHS, M.; CANTLIFE, D. J.; NELL, T. A. Germination behavior of sand-coated sweet pepper seed. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.107, p.412-416, 1982.

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3 n.2, p. 26-35, 2008.

SILVA, F. S.; CORRÊA, P. C.; CALIL-JÚNIOR, C.; GOMES, F. C. Ângulo de repouso, atrito interno e efetivo dos grãos de café com pergaminho. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 17-23, 2006.

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes.** 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes pelotizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos peletes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n.1, p. 67-70, 2002.

SILVA, J. S.; CORRÊA, P. C. Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In: SILVA, J.S. **Secagem e Armazenamento de produtos agrícolas.** Juiz de Fora: Instituto Maria, 2000. p.21-37.

SILVA, J.B.C.; NAKAGAWA, J. Confecção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 151-158, 1998.

SILVA, R. M. **Materiais para revestimento de sementes de feijão-caupi e amendoim**. 2015. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande. 2015.

ESTUDO 04

Qualidade física e fisiológica de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal durante o armazenamento

Resumo

A incrustação de sementes é uma técnica cada vez mais empregada pelos produtores, por aumentar e uniformizar as sementes e melhorar as condições de germinação. Apesar disso, pouco se sabe sobre a qualidade fisiológica das sementes incrustadas ao longo do armazenamento. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.). O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, pertencente a Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, Paraíba. Sementes de colza, sem tratamento, foram submetidas ao processo de incrustação, em um protótipo desenvolvido no LAPPA, utilizando a bentonita como material de enchimento e cola PVA a 30% como material cimentante. Como materiais de tratamento utilizou-se fungicida (vitavax-thiran) ou extrato vegetal de pimenta-do-reino, que foram adicionados junto ao material cimentante. Após o processo de incrustação, as sementes foram dispostas em bandejas plásticas por 24 h e após isso armazenadas por 120 dias, em recipiente acrílico com capacidade para 2000 sementes (50 mL). A cada 30 dias avaliou-se a primeira contagem da germinação, germinação, terceira contagem, matéria seca da parte aérea e teor de água. O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial 4 x 5 (materiais de incrustação x períodos de armazenamento). Para o fator quantitativo utilizou-se regressão na análise de variância e para o fator qualitativo o teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). De maneira geral, a germinação e o vigor das sementes de colza incrustadas e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino diminuíram significativamente ao longo do armazenamento. Aos 120 dias de armazenamento, observou-se inibição total da germinação das sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida.

Palavras-chave: *Brassica napus* L., teor de água, revestimento de sementes, bentonita

Physical and physiological quality of colza seeds encrusted with bentonite and treated with fungicide and vegetable extract during storage

Abstract

Seed encrustation is a technique increasingly used by growers to increase and standardize seeds and improve germination conditions. Despite this, little is known about the physiological quality of the encrusted seeds along the storage. The objective of this work was to evaluate the physical and physiological quality of colza (*Brassica napus* L.) seeds encrusted with bentonite and treated with fungicide or pepper plant extract (*Piper nigrum* L.). The work was developed at the Laboratory of Storage and Processing of Agricultural Products (LAPPA) of the Academic Unit of Agricultural Engineering, belonging to the Federal University of Campina Grande, Campina Grande Campus, Paraíba. Colza seeds, without treatment, were submitted to the encrustation process, in a machine developed in the LAPPA, using the bentonite as filler and 30% PVA glue as cementitious material. As treatment materials were used fungicide (vitavax-thiram) or peppercorn extract, which were added together with the cementitious material. After the encrustation process, the seeds were placed in plastic trays for 24 h and then stored for 120 days in a pet type container (50 mL) with a capacity of 2000 seeds. The first count of germination, germination, third count, shoot dry matter and water content were evaluated every 30 days. The experiment was arranged in a completely randomized design, arranged in a 4 x 5 factorial scheme (fouling materials x storage periods). For the quantitative factor, regression was used in the analysis of variance and for the qualitative factor the Scott-Knott test ($P \leq 0.05$) was used. In general, the germination and vigor of the colza seeds encrusted and treated with fungicide or peppercorn extract decreased significantly throughout the storage. At 120 days of storage, total inhibition of the germination of colza seeds encrusted with bentonite and treated with fungicide was observed.

Keywords: *Brassica napus* L., water content, seed coating, bentonite

INTRODUÇÃO

O agricultor tem buscado o máximo aperfeiçoamento dos sistemas de cultivo que lhe possa garantir o êxito técnico e econômico de suas atividades agrícolas, no âmbito de um mercado cada dia mais exigente e competitivo. Dentro deste contexto, as sementes assumem grande importância, em função de apresentarem dificuldades na semeadura direta, devido principalmente à sua forma, tamanho e peso, além da desuniformidade na germinação, infestação por insetos e microrganismos, dormência, entre outras causas (OLIVEIRA et al., 2003).

A semente não mais representa somente um meio de propagação de uma nova cultura, mas carrega também uma nova forma de gerenciamento da tecnologia agrícola. A agregação de valor às sementes, utilizando métodos e tecnologias de produção como a de recobrimento de sementes, é a principal exigência de um mercado cada vez mais competitivo. Para isto são necessárias sementes com alta uniformidade de germinação/emergência e que produzam plântulas com alto potencial de crescimento (BAUDET e PERES, 2004).

De acordo com Lopes e Nascimento et al. (2012) a incrustação/peletização é uma tecnologia que se baseia na sedimentação de materiais inertes, secos, com granulometria fina, sobre a superfície das sementes, com o auxílio de um material cimentante. Segundo Nascimento et al. (2009), essa tecnologia permite padronizar a forma, aumentar o tamanho e peso das sementes. Assim, a semeadura é facilitada, seja ela realizada de forma manual ou através de máquinas (NASCIMENTO et al., 2009).

Outra prática importante utilizada durante o revestimento é a aplicação de protetores químicos para o tratamento de sementes, visando o controle e/ou proteção contra insetos, microrganismos e roedores (SAMPAIO e SAMPAIO, 1994)

O processo consiste basicamente em aplicar camadas sucessivas de um material sólido inerte sobre as sementes em constante movimento dentro de uma betoneira, alternando a aplicação do material de enchimento com a pulverização de um cimentante solúvel em água (SILVA, 1997; SILVA e NAKAGAWA, 1998).

Embora a técnica tenha sido desenvolvida há vários anos, as informações referentes à composição dos materiais empregados e a confecção das coberturas são pouco difundidas, uma vez que esta técnica permanece inacessível junto às empresas de sementes e as companhias processadoras de sementes incrustadas/peletizadas (SILVA et al., 2002).

Mesmo com potencial de utilização, ainda são poucas as informações disponíveis a respeito dos revestimentos de sementes, seja ele peliculização, incrustação ou peletização,

principalmente no que diz respeito à composição dos revestimentos e ao desempenho das sementes durante o armazenamento (OLIVEIRA et al., 2003).

Nesse sentido, o estudo de materiais utilizados para a incrustação de sementes, em associação ou não a produtos de tratamento, seja eles químicos ou naturais, são de fundamental importância, vindo a suprir informações nessa linha de pesquisa, em especial se tratando do armazenamento desse tipo de semente.

OBJETIVOS

Geral

- Avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de colza (*Brassica napus* L.) ao longo da armazenagem, incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal.

Específico

- Avaliar a qualidade das sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida (vitavax-thiran) ou extrato vegetal de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), mediante teste de germinação, matéria seca e, determinação do teor de água durante 120 dias de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Armazenamento das sementes incrustadas

As sementes de colza (*B. napus* L.) foram incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino. Após 24 h da incrustação as sementes foram armazenadas em recipientes de acrílico (espessura de 1,5 mm), com capacidade para 2000

sementes (50 mL), durante 120 dias, realizando testes de germinação e vigor a cada 30 dias conforme descrito a seguir:

Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro sub-amostras de 50 sementes, semeando-as em bandejas plásticas com vermiculita, umedecida com água destilada correspondente a 60% da capacidade de retenção. Essas foram mantidas em condições ambientais de laboratório, sem controle de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo. A avaliação da germinação se deu no sétimo dia após o início do teste e a primeira contagem foi realizada no quarto dia após a semeadura (BRASIL, 2009). Realizou-se ainda uma terceira contagem da germinação aos 14 dias após a semeadura, para avaliar se houve redução ou retardamento da germinação.

Matéria seca da parte aérea

Para determinação da matéria seca da parte aérea, as plântulas foram cortadas na altura da superfície do substrato e colocadas em sacos de papel tipo *kraft*. Após isso, foram submetidos a secagem em estufa com circulação forçada de ar, a uma temperatura de 65° C até atingir peso constante. Após isso, o material vegetal foi pesado em balança digital de precisão e os dados foram expressos em miligramas (mg).

Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método padrão da estufa a 105 ± 2 °C, em que quatro sub-amostras de 2,0 g de sementes foram colocadas em recipientes metálicos previamente secos em estufa e pesados. Após 24 h os recipientes contendo as amostras foram colocados em um dessecador por 20 minutos, até que atingissem temperatura ambiente e pesados, obtendo-se o peso final (recipientes mais a amostra seca). Os resultados foram expressos em porcentagem de peso em base úmida de acordo com a equação contida nas Regras para Análise de Sementes (Fórmula 4.1) (BRASIL, 2009).

$$\% \text{ umidade} = \frac{(P - p)}{(P - t)} \times 100 \quad (4.1)$$

em que:

P: peso inicial (peso do recipiente + peso da semente úmida), g

p: peso final (peso do recipiente + peso da semente seca), g

t: tara (peso do recipiente), g

Condições climáticas durante o armazenamento

As condições climáticas de temperatura máxima média, mínima média e umidade relativa média do ar estão representadas graficamente na Figura 23. Para máxima média durante os meses de junho, julho, agosto, setembro e outubro foram de 26,77; 25,11; 26,91; 28,86 e 29,88° C, respectivamente. Para temperatura mínima média, nesses mesmos meses, foram de 19,43; 18,59; 18,17; 18,98 e 19,22° C, respectivamente. Já para umidade relativa média nesses meses, os valores foram de 86,90; 90,87; 82,58; 76,48 e 73,30%.

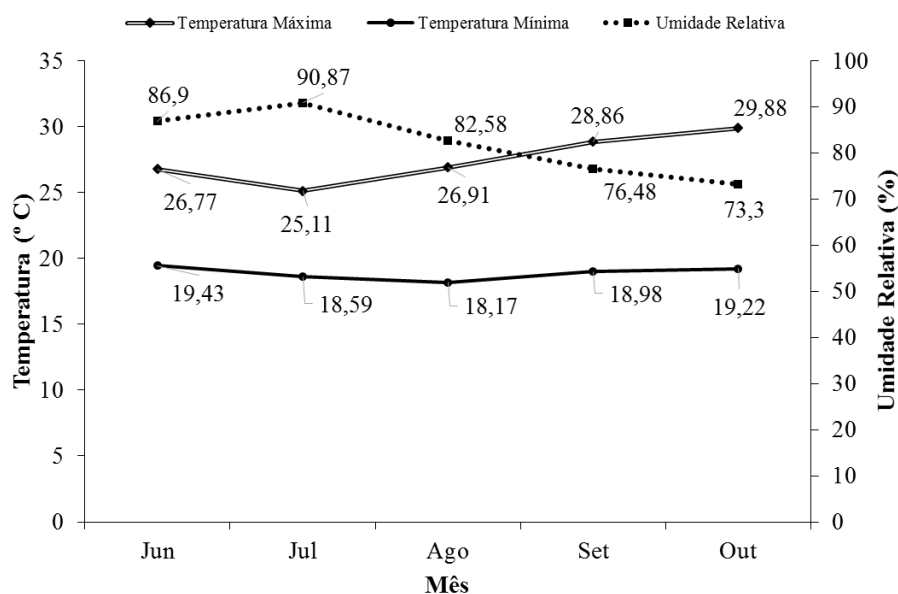


Figura 23. Dados climáticos de temperatura máxima média, mínima média e umidade relativa do ar média durante o armazenamento das sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Campina Grande, Paraíba, 2017. Fonte: INMET.

Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado e disposto em esquema fatorial 4 x 5 (materiais de incrustação x períodos de armazenamento), repetindo-se cada tratamento quatro vezes. Os dados foram submetidos a Análise de Variância ($P \leq 0,05$).

Para o fator quantitativo (períodos de armazenamento) os dados foram submetidos a regressão na Análise de Variância para determinação dos modelos para cada material. Para o fator qualitativo (materiais de incrustação) as médias, quando necessário, foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Adicionalmente, os dados das germinações foram corrigidos, considerando a testemunha no tempo 0 dias como 100%. Para todas as análises estatísticas, utilizou-se o programa computacional Assistat, versão 7.7.

RESULTADOS

Na Tabela 34 estão organizados os valores dos quadrados médios referentes ao teor de água (TA), primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), terceira contagem da germinação (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA). Observa-se que para todas as variáveis em estudo constatou-se efeito de interação entre os fatores (materiais de incrustação x períodos de armazenamento), exceto para a variável PCG, onde verificou-se efeito altamente significativo para os fatores isolados. Os efeitos interativos observados revelam diferenças estatísticas entre os tratamentos dos fatores.

Tabela 34. Quadrados médios referentes ao teor de água (TA), primeira contagem (PCG), germinação (G), terceira contagem (TCG) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com diferentes materiais de enchimento (ME) e percentuais de material cimentante (PC). Campina Grande, Paraíba, 2017.

FV	GL	Quadrados Médios				
		TA	PCG	G	TCG	MSPA
MI	3	32,339**	9021,916**	12352,983**	7708,850**	49741,666**
PA	4	0,007*	504,325**	31,782**	2010,550**	42,861**
MI x PA	12	0,005**	1,568ns	3,059**	300,683**	3,729**
Erro	60					

**Significativo a 1%

Os valores médios para o teor de água de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino, ao logo do armazenamento, estão contidos na Tabela 35. Ao se comparar os materiais de incrustação dentro de cada período de armazenamento, observa-se que para 0 e 30 dias de armazenamento o maior teor de água foi verificado quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida, tendo 7,84 e 7,91% de água, respectivamente. Por outro lado, os menores teores de água, para esses mesmos períodos de armazenamento, foram constatados na testemunha com 5,07 e 5,12% de água, respectivamente. Quando as sementes de colza foram incrustadas com bentonita + cola e

bentonita + extrato vegetal, os teores de água foram intermediários aos outros materiais, com valores variando de 7,40 a 7,46%.

Para 60, 90 e 120 dias de armazenamento observa-se que não houve diferença estatística entre os materiais de incrustação para o teor de água, com valores variando de 7,48 a 7,86% para 60 dias, 7,44 a 7,83% para 90 dias e 7,45 a 7,78% para 120 dias de armazenamento. Entretanto, os materiais de incrustação foram diferentes estatisticamente da testemunha, com sementes possuindo teores de água de 5,06, 5,03 e 5,07% para 60, 90 e 120 dias de armazenamento, respectivamente (Tabela 35).

Tabela 35. Médias do teor de água (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de incrustação	Períodos de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
T	5,07 ± 0,10 c	5,12 ± 0,07 c	5,06 ± 0,08 b	5,03 ± 0,16 b	5,07 ± 0,07 b
B + C	7,40 ± 0,03 b	7,44 ± 0,07 b	7,48 ± 0,12 a	7,44 ± 0,04 a	7,45 ± 0,24 a
B + F	7,84 ± 0,19 a	7,91 ± 0,16 a	7,86 ± 0,17 a	7,83 ± 0,12 a	7,78 ± 0,12 a
B + EV	7,43 ± 0,17 b	7,46 ± 0,12 b	7,50 ± 0,11 a	7,44 ± 0,09 a	7,53 ± 0,13 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 4,25. (T) testemunha; (B+C) bentonita + cola PVA; (B+F) bentonita + fungicida; (B+EV) bentonita + extrato vegetal.

Na Figura 24 estão representados graficamente os teores de água de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. De acordo com a regressão na análise de variância, para bentonita + cola e bentonita + fungicida a análise não revelou nenhum modelo significativo. Para as demais combinações, os únicos modelos significativos foram de segundo grau, contudo, apresentaram valores de R^2 muito baixos (0,19 e 0,50), optando-se por apresentar, de forma gráfica, o comportamento dos dados e a média. De maneira geral, não se observou variações significativas no teor de água das sementes incrustadas ou não ao longo do armazenamento. Para a testemunha o teor de água variou de 5,025 a 5,118%. Para bentonita + cola PVA o teor de água variou de 7,403 a 7,475%. Quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida e bentonita + extrato vegetal, os valores para o teor de água variaram de 7,780 a 7,910% e 7,425 a 7,528%, respectivamente.

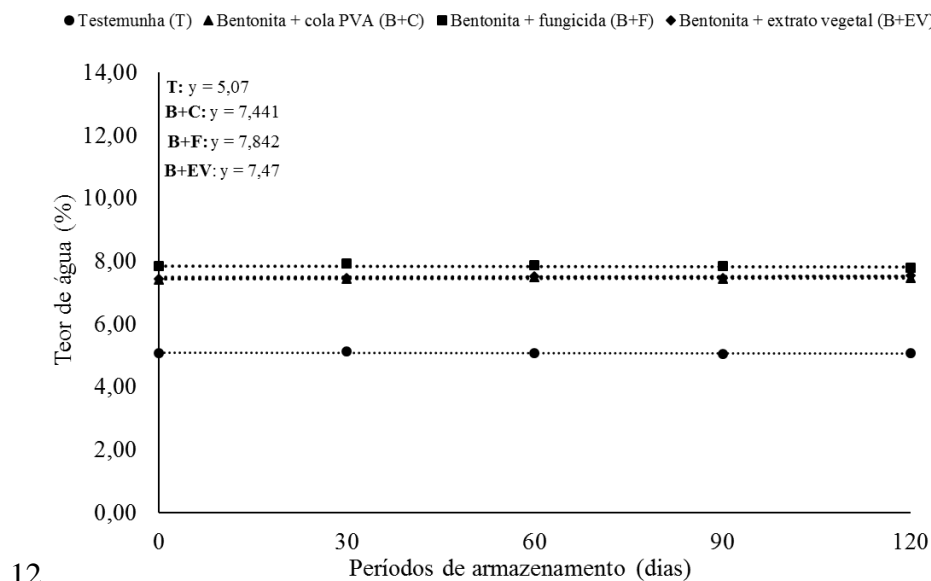


Figura 24. Valores médios para teor de água de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 36 estão reunidos os valores médios para a primeira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Não se observou diferença estatística dos materiais de incrustação dentro de cada período de armazenamento para a primeira contagem da germinação. Porém, constatou-se diferença estatística entre as médias do fator “materiais de incrustação”, independentemente dos períodos de armazenamento. Verificou-se maior germinação na testemunha (54,80%), diferindo estatisticamente da germinação de sementes que foram incrustadas com bentonita + cola PVA (25,00%) e bentonita + extrato vegetal (17,90%). Quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida, a germinação constatada foi a menor dentre os tratamentos estudados, sendo esse valor de 4,60% em média, diferindo estatisticamente dos demais materiais de incrustação e da testemunha.

Tabela 36. Médias da primeira contagem da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de incrustação	Períodos de armazenamento (dias)					Média
	0	30	60	90	120	
T	57,5 ± 0,83 (100)	58,0 ± 1,22 (100)	57,0 ± 0,50 (99,1)	55,0 ± 2,05 (95,7)	46,5 ± 0,83 (80,9)	54,80 a (95,3)
B + C	34,5 ± 2,49 (60,0)	30,5 ± 1,64 (53,0)	26,0 ± 1,58 (45,2)	18,0 ± 1,87 (31,3)	16,0 ± 2,74 (27,8)	25,00 b (43,5)
B + F	8,0 ± 1,58 (13,9)	8,0 ± 2,83 (13,9)	6,0 ± 2,35 (10,4)	1,0 ± 0,50 (1,7)	0,0 ± 0,00 (0,0)	4,60 d (8,0)
B + EV	26,0 ± 2,45 (45,2)	23,0 ± 1,12 (40,0)	18,0 ± 2,83 (31,3)	12,5 ± 1,64 (21,7)	10,0 ± 0,71 (17,4)	17,90 c (31,1)
Média	31,50 (55,0)	29,88 (52,0)	26,75 (47,0)	21,63 (37,6)	18,13 (31,5)	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 16,21 (T) testemunha; (B+C) bentonita + cola PVA; (B+F) bentonita + fungicida; (B+EV) bentonita + extrato vegetal. *Médias entre parênteses corrigidas para 100%.

Na Tabela 37 estão organizados os valores médios da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo do armazenamento. Ao se comparar os materiais de incrustação dentro de cada período de armazenamento, observa-se que para os períodos 0, 30, 60 e 90 dias as menores germinações foram verificadas quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida, com germinações médias de 23,0; 15,5; 13,0 e 6,5%, respectivamente. Por outro lado, as maiores germinações, para esses mesmos períodos de armazenamento, foram constatadas na testemunha, com germinações médias de 71,5; 71,5; 71,0 e 68,5% para 0, 30, 60 e 90 dias, respectivamente. As germinações constatadas em sementes incrustadas com bentonita + cola PVA e bentonita + extrato vegetal, apresentaram comportamento intermediário, diferindo estatisticamente entre si, em todos os períodos de armazenamento mencionados acima. Para bentonita + cola PVA e bentonita + extrato vegetal, nos períodos de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento, as germinações foram de 54,0 e 44,0%; 50,5 e 30,0%; 49,0 e 29,0%; e 41,0 e 19,5%, respectivamente. Para 120 dias de armazenamento, a maior germinação foi verificada na testemunha (67,0%), diferindo estatisticamente da germinação de quando as sementes foram incrustadas com bentonita + cola PVA e bentonita + extrato vegetal, as quais foram iguais estatisticamente entre si, e diferentes da germinação constatada quando incrustou-se as sementes com bentonita + fungicida, não havendo germinação (0,0%).

Tabela 37. Médias da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de incrustação	Períodos de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
T	71,5 ± 1,92 a (100)	71,5 ± 1,92 a (100)	71,0 ± 2,50 a (93,9)	68,5 ± 2,68 a (95,8)	67,0 ± 2,69 a (93,7)
B + C	54,0 ± 2,12 b (75,5)	50,5 ± 2,38 b (70,6)	49,0 ± 3,50 b (68,5)	41,0 ± 4,03 b (57,3)	24,0 ± 4,95 b (33,6)
B + F	23,0 ± 2,50 d (32,2)	15,5 ± 1,09 d (21,7)	13,0 ± 1,50 d (18,2)	6,5 ± 3,49 d (9,1)	0,0 ± 0,00 c (0,0)
B + EV	44,0 ± 1,22 c (61,5)	30,0 ± 1,87 c (42,0)	29,0 ± 2,69 c (40,6)	19,5 ± 0,83 c (27,3)	16,0 ± 1,58 b (22,4)

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 15,17. (T) testemunha; (B+C) bentonita + cola PVA; (B+F) bentonita + fungicida; (B+EV) bentonita + extrato vegetal.

As médias da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão representadas graficamente na Figura 25. Os modelos de maior grau que melhor se ajustaram aos dados da germinação de sementes incrustadas ou não em função dos períodos de armazenamento foi de primeiro grau para bentonita + fungicida e bentonita + extrato vegetal, sendo significativo a 1%, e de segundo grau para bentonita + cola PVA e significativo a 5%. Para a testemunha, a análise não revelou modelo significativo, apresentando uma germinação média de 69,9%. Os modelos apresentaram coeficientes de determinação que variaram de 0,9275 a 0,9831, representando de forma satisfatória os dados experimentais.

Observa-se que na testemunha, a germinação pouco foi influenciada pelo armazenamento, havendo pouca redução da germinação. Quando as sementes foram incrustadas com bentonita + cola PVA a germinação praticamente se manteve até 60 dias (54,0; 50,0 e 49,0%) de armazenamento, contudo a partir desse ponto houve diminuição da germinação a medida que o tempo de armazenamento aumentou (41,0 e 24,0%). Quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida e bentonita + extrato vegetal observou-se redução da germinação a partir de 30 dias de armazenamento, continuando até o final do armazenamento. Para bentonita + fungicida a germinação variou de 23,0 a 0,0% e para bentonita + extrato vegetal variou de 44,0 a 16,0% (Figura 25).

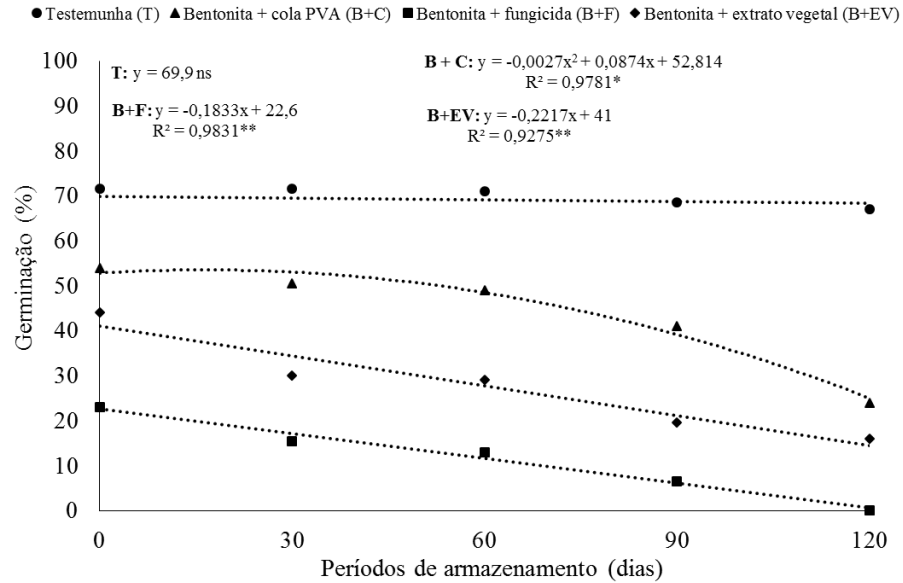


Figura 25. Valores médios da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

As médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão organizadas na Tabela 38. Comparando-se os materiais de incrustação dentro de cada período de armazenamento verifica-se para o tempo 0 (zero) que a maior germinação foi constatada na testemunha (72,0%), diferindo estatisticamente das germinações observadas em sementes incrustadas, as quais não diferiram estatisticamente entre si, com valores de 59,0; 55,5 e 49,5% para bentonita + cola; bentonita + fungicida e bentonita + extrato vegetal, respectivamente.

Para 30 dias de armazenamento, a maior germinação foi verificada na testemunha (72,0%). Por outro lado, as menores germinações, na terceira contagem, foram constatadas quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida (37,0%) e bentonita + extrato vegetal (33,5%). As sementes que foram incrustadas com bentonita + cola PVA exibiram desempenho intermediário, com germinação média de 54,0%, diferindo estatisticamente dos outros materiais de incrustação e da testemunha (Tabela 38).

Em relação a 60 e 90 dias de armazenamento verifica-se que todos os materiais de incrustação foram diferentes estatisticamente entre si. As menores germinações foram constatadas em sementes incrustadas com bentonita + fungicida (22,5 e 11,0%, respectivamente). De forma contrária, as maiores germinações foram observadas na testemunha, com 71,5 e 69,0% de germinação para 60 e 90 dias, respectivamente. Os demais

tratamentos apresentaram médias intermediárias, diferindo estatisticamente entre si e em relação aos demais tratamentos (Tabela 38).

Para 120 dias de armazenamento, a maior germinação ocorreu na testemunha (67,0%), diferindo estatisticamente das germinações observadas quando utilizado a bentonita + cola PVA (24,5%) e bentonita + extrato vegetal (24,0%), as quais foram iguais estatisticamente entre si e diferentes da germinação verificada quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida (4,0%), sendo esse material de incrustação aquele que proporcionou menor germinação dentre os materiais (Tabela 38).

Tabela 38. Médias da terceira contagem da germinação (%) de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de incrustação	Períodos de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
T	72,0 ± 0,71 a (100,0)	72,0 ± 1,58 a (100,0)	71,5 ± 2,17 a (99,3)	69,0 ± 2,29 a (95,8)	67,0 ± 2,69 a (93,1)
B + C	59,0 ± 1,66 b (81,9)	54,0 ± 1,00 b (75,0)	50,0 ± 3,03 b (69,4)	43,5 ± 3,96 b (60,4)	24,5 ± 5,31 b (34,0)
B + F	55,5 ± 1,92 b (77,1)	37,0 ± 0,43 c (51,4)	22,5 ± 1,09 d (31,3)	11,0 ± 3,77 d (15,3)	4,0 ± 1,22 c (5,6)
B + EV	49,5 ± 0,43 b (68,8)	33,5 ± 1,92 c (46,5)	30,0 ± 3,03 c (41,7)	23,0 ± 1,80 c (31,9)	24,0 ± 1,09 b (33,3)

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 12,68. (T) testemunha; (B+C) bentonita + cola PVA; (B+F) bentonita + fungicida; (B+EV) bentonita + extrato vegetal.

As médias da terceira contagem da germinação de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão representadas na Figura 26. De acordo com a regressão na análise de variância, o modelo de maior grau, que melhor se ajustou aos dados da terceira contagem da germinação em função dos períodos de armazenamento, foi o de segundo grau, para todas as sementes incrustadas, sendo significativos a 1% para bentonita + extrato vegetal e a 5% para bentonita + cola e bentonita + fungicida. Os coeficientes de determinação para esses modelos variaram de 0,9658 a 0,9999, representando de forma confiável os dados experimentais da terceira contagem da germinação. Para a testemunha, a análise não mostrou modelos significativos, com uma germinação média de 70,3%.

Verifica-se que na testemunha não houve redução significativa para terceira contagem da germinação das sementes de colza ao longo do armazenamento, tendo a germinação variado de 72,0 a 67% ao longo de 120 dias de armazenamento. Quando as sementes de colza foram

incrustadas com bentonita e cola PVA a germinação tendeu a diminuir até 60 dias de armazenamento, porém de forma lenta (59,0 – 50,0%). Após isso, houve uma redução mais acentuada da germinação, variando de 43,0 (90 dias) a 24,5% (120 dias). Quando as sementes de colza foram incrustadas com bentonita + fungicida houve uma redução da germinação a partir dos 30 dias de armazenamento, mantendo esse comportamento até o final do armazenamento. Para 0 (zero) dias de armazenamento a germinação foi de 55,5% e ao final do armazenamento a germinação, na terceira contagem, foi de 4,0%. Pode-se verificar que as sementes incrustadas com bentonita + extrato vegetal de pimenta-do-reino tiveram sua germinação reduzida a partir dos 30 dias (33,0 – 23,0%) mantendo esse ritmo até 90 dias. Desse ponto em diante a germinação, na terceira contagem, tendeu a se manter (23,0 – 24,0%) (Figura 26).

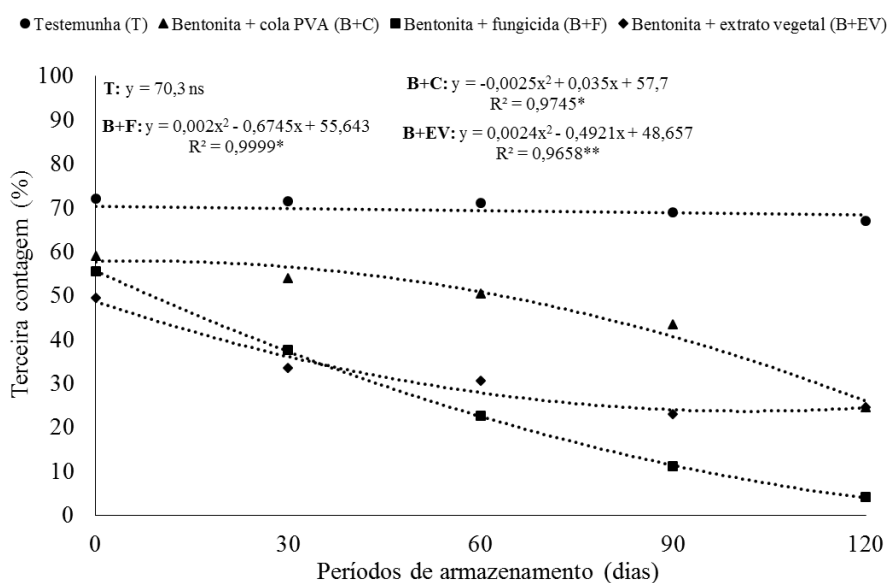


Figura 26. Valores médios da terceira contagem da germinação de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida e extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Na Tabela 39 estão contidas as médias da matéria seca da parte aérea de plântulas oriundas de sementes incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino. Comparando-se os materiais de incrustação dentro de cada período de armazenamento, verifica-se que para o tempo 0 (zero), o maior valor para matéria seca foi constatado na testemunha (140,0 mg), diferindo estatisticamente da matéria seca de plântulas oriundas de sementes incrustadas com bentonita + cola PVA (92,5 mg) e bentonita + extrato vegetal (80,0 mg), as quais foram iguais estatisticamente entre si e diferentes de quando

utilizada a bentonita + fungicida (37,5 mg), apresentando, este material de incrustação, o menor valor para matéria seca.

Para os demais períodos de armazenamento verifica-se que todos os materiais de incrustação foram diferentes estatisticamente entre si, tendo os maiores valores para matéria seca da parte aérea sido constatados na testemunha, variando de 140,0 a 127,5 mg. Por outro lado, os menores valores para matéria seca da parte aérea foram observados quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida, com valores variando de 22,55 mg (30 dias) a 0,0 mg (120 dias). Os demais materiais de incrustação apresentaram valores de matéria seca da parte área intermediários à testemunha e a bentonita + fungicida. Quando utilizada a bentonita + cola PVA, os valores variaram de 82,5 (30 dias) a 35,0 mg (120 dias). E quando as sementes foram incrustadas com bentonita + extrato vegetal os valores variaram de 80,0 (30 dias) a 15,0 mg (120 dias) (Tabela 39).

Tabela 39. Médias da matéria seca da parte aérea de plântulas (mg) oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino durante 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

Materiais de incrustação	Períodos de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
T	140,0 ± 3,54 a	137,5 ± 2,17 a	135,0 ± 2,50 a	127,5 ± 4,15 a	127,5 ± 8,93 a
B + C	92,5 ± 2,17 b	82,5 ± 5,45 b	80,0 ± 7,07 b	62,5 ± 4,15 b	35,0 ± 5,59 b
B + F	37,5 ± 2,17 c	22,5 ± 5,45 d	15,0 ± 2,50 d	10,0 ± 3,54 d	0,0 ± 0,00 d
B + EV	80,0 ± 3,54 b	52,5 ± 4,15 c	45,0 ± 5,59 c	27,5 ± 2,17 c	15,0 ± 2,50 c

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). CV% = 15,16. (T) testemunha; (B+C) bentonita + cola PVA; (B+F) bentonita + fungicida; (B+EV) bentonita + extrato vegetal.

As médias da matéria seca da parte aérea de plântulas oriundas de sementes de colza incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino estão representando graficamente na Figura 27. Segundo a regressão na análise de variância, para a testemunha e para sementes incrustadas com bentonita + cola PVA, o modelo de maior grau que melhor se ajustou aos dados experimentais da matéria seca da parte aérea em função dos períodos de armazenamento foi o de segundo grau, sendo para o primeiro tratamento significativo a 1% e para o segundo tratamento significativo a 5%, possuindo coeficientes de determinação de 0,9245 e 0,9797, respectivamente. Para bentonita + fungicida e bentonita + extrato vegetal o modelo de maior grau que melhor se ajustou aos dados experimentais foi o de primeiro grau, com coeficientes de determinação de 0,9661 e 0,9678, respectivamente. Em

relação aos coeficientes de determinação, todos representam de forma confiável, com R^2 acima de 92%, os dados experimentais.

Em todos os tratamentos observa-se diminuição da matéria seca da parte aérea ao longo do armazenamento. Para testemunha a matéria seca a 0 (zero) dia de armazenamento foi de 140 mg apresentando ao final da armazenagem valor médio de matéria seca de 127,5 mg. Para bentonita + cola PVA, verifica-se uma leve redução até 60 dias de armazenamento (92,5 – 80,0%), havendo a partir desse ponto uma redução mais significativa, exibindo ao final do armazenamento (120 dias) uma matéria seca de 35,0 mg (Figura 27).

Quando as sementes foram incrustadas com bentonita + fungicida e bentonita extrato vegetal, nota-se diminuição da matéria seca da parte aérea das plântulas a medida que se aumentou o tempo de armazenamento. Quando se utilizou a bentonita + fungicida, a matéria seca foi de 37,5 mg a 0 dia (zero) e de 0,0 mg ao final do armazenamento (120 dias). Já para a bentonita + extrato vegetal de pimenta-do-reino a matéria seca da parte aérea no início do armazenamento foi de 80,0 mg, e ao final de 120 dias esse valor foi de 15,0 mg (Figura 27).

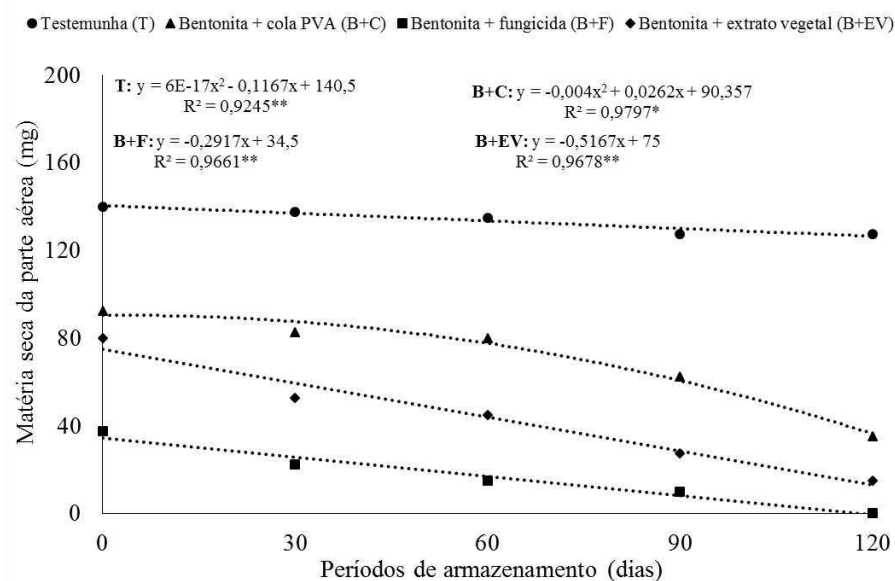


Figura 27. Valores médios para matéria seca da parte aérea de plântulas oriundas de sementes de colza (*Brassica napus* L.) incrustadas com bentonita e tratadas com fungicida ou extrato vegetal de pimenta-do-reino ao longo de 120 dias de armazenamento. Campina Grande, Paraíba, 2017.

DISCUSSÃO

Verifica-se que o teor de água variou dentro da bentonita para 0 e 30 dias, possuindo maiores percentuais quando a bentonita foi utilizada juntamente com o fungicida. Para os

demais períodos de armazenamento não foi observado diferença entre os produtos de tratamento com bentonita. Nota-se que, todas as combinações de bentonita e produto de tratamento apresentaram teores de água maiores que a testemunha. Fato esse explicado pela alta capacidade de inchamento da bentonita na presença de água, ou seja, é um material que consegue reter água (SILVA e FERREIRA, 2008). Outro aspecto observado é que os teores de água das sementes, incrustadas ou não, apresentaram pouca variação durante o armazenamento. Isso pode ser explicado devido terem sido armazenadas em recipientes tipo acrílico e em condições de laboratório, onde há pouca variação das condições climáticas.

Via de regra, todos os parâmetros de avaliação da qualidade fisiológica de sementes estudadas neste trabalho foram influenciados negativamente pela incrustação durante o armazenamento, com destaque para aquelas sementes incrustadas com bentonita + fungicida. O fungicida provocou uma aceleração na deterioração das sementes durante o armazenamento, observando total inibição da germinação aos 120 dias de armazenamento. De forma contrária, as sementes nuas (sem incrustação) exibiram reduções na germinação e vigor de forma suave ao longo do armazenamento.

As sementes nuas tiveram uma germinação média de 70% o que acentuou o efeito dos tratamentos, contudo a colza é um material de difícil aquisição na nossa região, sendo o único material a disposição na época de instalação do experimento.

Outro aspecto notado nas três contagens da germinação é que as sementes tiveram uma recuperação maior da germinação no tempo 0 (zero), diferentemente do observado aos 120 dias de armazenamento. Na segunda e terceira contagens, no tempo 0 (zero), ocorreu uma redução de aproximadamente 20% ao comparar com a testemunha. Por outro lado, aos 120 dias de armazenamento essa redução foi de aproximadamente 60% quando comparado com a testemunha. Isso mostra que além dos materiais reduzirem a germinação e vigor das sementes esse efeito é intensificado com o armazenamento.

Observa-se que a incrustação, independentemente do produto de tratamento, modificou de forma negativa a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Resultados semelhantes também foram verificados por Roos e Jackson (1976), Silva (1997) e Silva, Nakagawa (1998) e Pereira (2001), os quais também verificaram que o revestimento de sementes pode reduzir o potencial de armazenamento das mesmas.

Kim et al. (2000) estudando diferentes tipos de revestimento, dentre eles a peletização, sobre a qualidade fisiológica de sementes de alface, ao longo de nove meses de armazenamento, verificaram reduções na germinação e vigor. Pereira et al. (2004) também verificaram reduções

na qualidade fisiológica de sementes de *Brachiaria decumbens* peletizadas ao longo de 12 meses de armazenamento.

Em relação ao fungicida, Oliveira et al. (2003) estudando diferentes materiais de peletização em associação ou não com fungicida, em sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) ao longo de 24 meses de armazenamento, verificaram que os materiais de peletização associados a fungicida reduzem mais rapidamente a qualidade fisiológica das sementes.

A qualidade fisiológica das sementes incrustadas durante o armazenamento pode ter sido influenciada pelas condições climáticas nas quais foram armazenadas. Ross (1979) estudando diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar combinados com quatro materiais de enchimento, ao longo do armazenamento, em sementes de alface, verificaram que temperaturas menores que 10% e umidade relativas menores que 70% conservaram a qualidade fisiológica dessas sementes por até três anos. Esse mesmo autor verificou que se a temperatura se elevar para 21° C e umidades relativas acima de 70% se deterioram mais rapidamente que as sementes nuas.

Outro fator que pode ter prejudicado a qualidade fisiológica das sementes incrustadas foi o fato delas apresentarem teores de água mais altos. Isso provavelmente ocasionou um aumento da taxa respiratória das sementes acarretando em perda do poder germinativo. Comportamento oposto foi observado na testemunha, onde os teores de água das sementes foram inferiores aquelas incrustadas.

CONCLUSÕES

Mediante os resultados, conclui-se que:

- Sementes de colza incrustadas com bentonita + fungicida possuem teores de água mais elevados, seguido de bentonita + extrato vegetal, bentonita + cola PVA e sementes nuas.
- Os teores de água das sementes, independentemente do material de enchimento e produto de tratamento são pouco influenciados durante o armazenamento.
- Sementes incrustadas tem sua germinação e vigor reduzidos de forma mais acentuada durante o armazenamento.
- A bentonita + fungicida utilizados na incrustação de sementes de colza inibem totalmente a germinação aos 120 dias de armazenamento.

- Sementes nuas (sem incrustação) mantiveram estatisticamente sua germinação durante 120 de armazenamento.

REFERÊNCIAS

BAUDET, L.; PERES, W. Recobrimento de sementes. **Seed News**, v.8, n.1, p.20-23, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 15 out 2016.

KIM, D. H.; PAVON, M. M.; CANTLIFFE, D. J. Germination of primed, pelleted, and film-coated lettuce seeds before and after storage. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 113, p. 256-259, 2000.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa; 2012, 28p. Documentos n. 137.

NASCIMENTO, W. M.; SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; CARMONA, R. Germinação de sementes de cenoura osmoticamente condicionadas e peletizadas com diversos ingredientes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 1, p. 12-16, 2009.

OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; SILVA, J. B. C. Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 20-27, 2003.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; SOUZA, P. C. M. Armazenamento de sementes de *Brachiaria decumbens* peletizadas e tratadas com inseticida e fungicida. In: **Congresso dos Pós-Graduandos da UFLA**, 13, 2004, Lavras, 2004, p. 64-70.

ROOS, E. E.; JACKSON, G. S. Testing coated seed: Germination and moisture absorption properties. **Journal Seed Technology**, v. 1, p. 86-95, 1976.

SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes. **Informativo ABRATES**, v.4, n.3, p.20-52, 1994.

SILVA, A. R. V.; FERREIRA, H. C. Argilas bentoníticas: conceitos, estruturas, propriedades, usos industriais, reservas, produção e produtores/fornecedores nacionais e internacionais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.3 n.2, p. 26-35, 2008.

SILVA, J. B. C. **Avaliação de métodos e materiais para peletização de sementes**. 1997. 127 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

SILVA, J. B. C.; NAKAGAWA, J. Confeção e avaliação de péletes de sementes de alface, **Horticultura Brasileira**, v.16, n.2, p.151-158, 1998.

SILVA, J. B. C.; SANTOS, P. E. C.; NASCIMENTO, W. M. Desempenho de sementes peletizadas de alface em função do material cimentante e da temperatura de secagem dos péletes. **Horticultura brasileira**, v. 20, n. 1, p. 67-70, 2002.