



INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM AGRONOMIA

DIFERENTES INSUMOS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS

LENNY WANDER DE AVELAR SANTOS

URUTAÍ – GO

2026

LENNY WANDER DE AVELAR SANTOS

DIFERENTES INSUMOS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao IF Goiano Campus Urutaí como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Polianna Alves Silva Dias.

URUTAÍ – GO

2026

**Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema Integrado de Bibliotecas do IF Goiano - SIBi**

S2371	Wander de Avelar Santos, Lenny DIFERENTES INSUMOS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS / Lenny Wander de Avelar Santos. Urutaí 2026. 38f. il. Orientadora: Prof^ª. Dra. Polianna Alves Silva Dias. Tcc (Bacharel) - Instituto Federal Goiano, curso de 0120024 – Bacharelado em Agronomia - Urutaí (Campus Urutaí). 1. Sementes. 2. Forragem. 3. Tecnologia. I. Título.
-------	---

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese (doutorado) | ☐ Artigo científico |
| ☐ Dissertação (mestrado) | ☐ Capítulo de livro |
| ☐ Monografia (especialização) | ☐ Livro |
| ☒ TCC (graduação) | ☐ Trabalho apresentado em evento |

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

LENNY WANDER DE AVELAR SANTOS

Matrícula:

2019101200240173

Título do trabalho:

DIFERENTES INSUMOS PARA INCRUSTAÇÃO DE SEMENTES FORRAGEIRAS

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 17 / 03 / 2026

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☐ Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? ☐ Sim ☒ Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 LENNY WANDER DE AVELAR SANTOS
Data: 17/03/2026 15:49:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

URUTAI

Local

17 / 03 / 2026

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

 POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 17/03/2026 15:58:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

Campus Urutaí - Código INEP: 52063909

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, CEP 75790-000, Urutaí (GO)

CNPJ: 10.651.417/0002-59 - Telefone: (64) 3465-1900

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Diferentes insumos para incrustação de sementes forrageiras**, sob orientação de Polianna Alves Silva Dias, apresentado pelo aluno **Lenny Wander de Avelar Santos (2019101200240173)** do Curso **Bacharelado em Agronomia (Campus Urutaí)**. Os trabalhos foram iniciados às 12h40 pela Professora presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Polianna Alves Silva Dias** (Presidente)
- **Leandro Caixeta Salomão** (Examinador Interno)
- **Thaís Fernandes de Jesus Conceschi** (Examinadora Interna)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ Aprovado☐ Reprovado

Nota (quando exigido): 9,6

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pela presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Polianna Alves Silva Dias** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Urutaí / GO, 27 de fevereiro de 2026.

Documento assinado digitalmente

POLIANNA ALVES SILVA DIAS
Data: 27/02/2026 18:50:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>**Polianna Alves Silva Dias**

Documento assinado digitalmente

LEANDRO CAIXETA SALOMAO
Data: 03/03/2026 14:25:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>**Leandro Caixeta Salomão**

Documento assinado digitalmente

THAIS FERNANDES DE JESUS
Data: 27/02/2026 18:54:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>**Thaís Fernandes de Jesus Conceschi**

DIFERENTES INSUMOS PARA INCRUSTAÇÃO SEMENTES FORRAGEIRAS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: __ / __ / ____.

Prof.(a) Dr. ou Dr^a. / Me. ou Ma. / Esp.

Orientador (a)

Prof.(a) Dr. ou Dr^a. / Me. ou Ma. / Esp.

Examinador (a)

Prof.(a) Dr. ou Dr^a. / Me. ou Ma. / Esp.

Examinador (a)

A Deus e aos meus pais,
Joziana de Avelar Santos e
Rafael Inácio dos Santos, por
todo amor, apoio e incentivo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por me guiar na direção correta, por me atribuir sabedoria para realizar e alcançar os resultados deste trabalho, e por sempre colocar as pessoas certas nos momentos certos em meu caminho, demonstrando que tudo vem no tempo dele.

À minha mãe, Joziana de Avelar Santos, por sempre vibrar pelas minhas conquistas e acreditar em mim e nos meus sonhos, por sempre me guiar com suas orações e intercessões.

Ao meu pai, Rafael Inácio dos Santos, por sempre estar comigo, me apoiando e me incentivando de sua maneira particular, por nunca medir esforços em todos os âmbitos necessários para que eu possa atingir minhas metas, e por ser sempre meu espelho, me ensinando sobre honra, carácter, esforço e hombridade.

Aos agrônomos, Marcos Vinicius de Avelar Freitas e Jairo Bortolin, que sempre me inspiraram e me incentivaram a entrar nessa área que hoje amo, me apoiaram e aconselharam durante toda a graduação.

A todos os inúmeros amigos que tive o prazer de conhecer, que direta ou indiretamente colaboraram para a minha formação acadêmica e pessoal, mas em especial à Bianca de Castro Silva, Sullivan Dias Machado da Costa, Nathalia Pereira da Silva Brito, Cíntia da Cunha Caixeta e Estefanny Lopes Rodrigues, que apoiaram e sustentaram nos capítulos finais de minha graduação e na execução deste trabalho.

E por fim, à minha orientadora, Dra. Polianna Alves Silva Dias, que me guiou com excelência, a quem agradeço pelos ensinamentos, pela paciência, companheirismo e amizade, por me ter aberto as portas e sempre me escutado com atenção e entusiasmo, e que sempre guardarei com carinho.

RESUMO

As pastagens são a base alimentar da pecuária brasileira, sendo necessário métodos de manejo adequados a fim de formar um pasto de qualidade. O revestimento de sementes forrageiras é uma técnica importante dentro do processo de produção de sementes forrageiras, sendo uma tecnologia que visa melhorar a qualidade física, facilitar a semeadura e agregar valor comercial às sementes. Objetivou-se avaliar diferentes materiais utilizados na incrustação de sementes de duas cultivares forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Urochloa brizantha* × *Urochloa ruziziensis* cv. Convert 330), considerando aspectos físicos, visuais, dissolução, emergência de plântulas e custo. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da empresa Barenbrug do Brasil, em delineamento fatorial 2×6 , com três repetições, sendo duas cultivares e seis misturas de materiais inertes para revestimento: attapulgita + dolomita, bentonita, bentonita + dolomita, dolomita, farinha de trigo + dolomita e polvilho doce + dolomita. Foram avaliados o fator de incrustação, peneiramento granulométrico, escore visual, coloração, dissolução em água, emergência de plântulas e custo. Os tratamentos à base de dolomita apresentaram melhor uniformidade física, maior escore visual e melhor coloração. A bentonita, isolada ou associada à dolomita, proporcionou elevada dissolução e bom desempenho físico. Os tratamentos contendo dolomita isolada apresentaram baixa dissolução, refletindo em menor emergência de plântulas. Conclui-se que a escolha do material inerte influencia diretamente a qualidade física e fisiológica das sementes incrustadas, sendo as misturas contendo bentonita e dolomita as mais equilibradas entre qualidade e desempenho.

Palavras-chave: *Urochloa*; braquiárias; revestimento; emergência; tecnologia.

ABSTRACT

Pastures are the basis of Brazilian livestock feed, requiring appropriate management methods to establish quality pastures. Seed coating is an important technique in the forage seed production process, a technology aimed at improving physical quality, facilitating sowing, and adding commercial value to seeds. This study aimed to evaluate different materials used for coating seeds of two forage cultivars (*Urochloa brizantha* cv. Marandu and *Urochloa brizantha* × *Urochloa ruziziensis* cv. Convert 330), considering physical and visual aspects, dissolution, seedling emergence, and cost. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory of Barenbrug do Brasil, in a 2×6 factorial design with three replications, consisting of two cultivars and six mixtures of inert coating materials: attapulgate + dolomite, bentonite, bentonite + dolomite, dolomite, wheat flour + dolomite, and sweet potato starch + dolomite. The following were evaluated: incrustation factor, particle size sieving, visual score, color, water dissolution, seedling emergence, and cost. The dolomite-based treatments showed better physical uniformity, higher visual score, and better color. Bentonite, alone or in combination with dolomite, provided high dissolution and good physical performance. The treatments containing isolated dolomite showed low dissolution, resulting in lower seedling emergence. It can be concluded that the choice of inert material directly influences the physical and physiological quality of coated seeds, with mixtures containing bentonite and dolomite being the most balanced in terms of quality and performance.

Keywords: *Urochloa*; brachiaria; coating; emergence; technology.

LISTA DE TABELAS

1.	Relação das quantidades de insumos utilizados por tratamento.	14
2.	Escala de aspectos atribuídos ao revestimento e sua coloração.	18
3.	Cotação de insumos utilizados para os revestimentos.	21
4.	Resumo da análise de variância (ANOVA) para peso revestido final (PRF), fator real (FATOR), pelotas puras (PP), pelotas duplas (PD), porcentagem de chumbinho (Chumb), notas de revestimento (Revest), notas de coloração (Color) e porcentagem de dissolução (CR) de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis tipos de revestimentos.	22
5.	Médias de fator de incrustação das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).	23
6.	Médias de peneiramento granulométrico das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).	24
7.	Médias de notas de revestimento das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).	25
8.	Médias de notas de coloração das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).	26
9.	Médias de dissolução em água das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).	27
10.	Porcentagem de emergência de plântulas em substrato 1/1 (areia e terra) aos 7 (%G7), 14 (%G14) e 21 (%G21) dias após a semeadura de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento em comparação à semente nua.	29
11.	Custo de produção dos seis tipos de revestimentos analisados.	30

LISTA DE FIGURAS

1.	Vista da estufa e bancadas.	13
2.	“Mini-Coating”.	14
3.	Semente revestida em processo de secagem.	15
4.	Sacos de papel com sementes.	15
5.	Fórmula do Fator de Revestimento. ³	15
6.	Peneiras de 6 mesh e 10 mesh utilizadas.	17
7.	Amostra separada após o peneiramento (pelotas puras à esquerda, materiais inertes livres à direita e pelotas puras ao meio).	17
8.	Amostras em processo de secagem após processo de dissolução.	19
9.	Preparo do canteiro para semeadura dos testes.	20
10.	Semeadura dos tratamentos no dia 14/05/2025.	20

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1	Local do experimento	12
2.2	Tratamentos e delineamento experimental	13
2.3	Revestimento de semente	13
2.4	Variáveis resposta mensuradas	15
2.4.1	Fator de incrustação	15
2.4.2	Peneiramento granulométrico	16
2.4.3	Escore visual	17
2.4.4	Dissolução em água	18
2.4.5	Emergência de plântulas	18
2.4.6	Custos	20
2.5	Análise de dados	21
3.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	22
3.1	Análise sobre o fator de incrustação	22
3.2	Análise sobre o peneiramento granulométrico	24
3.3	Análise sobre o escore visual	25
3.4	Análise sobre a dissolução em água	27
3.5	Análise sobre a emergência de plântulas	28
3.6	Análise sobre o custo de produção	30
4.	CONCLUSÃO	32
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
6.	ANEXOS	36

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre as quatro maiores potências mundiais em produção e exportação de alimentos, juntamente com China, Estados Unidos e Índia (FAO, 2025). Segundo o MAPBIOMAS, a área destinada ao setor agropecuário representa 32,1% (273.159.136 ha) do território nacional, sendo 56,7% (154.968.768 ha) dessa área composta por pastagens.

Como um todo, a pecuária brasileira tem sua alimentação baseada principalmente por alimentos volumosos, e caracterizam-se pelo elevado teor de fibra, que juntamente aos alimentos concentrados formam uma dieta completa para os animais, definindo o desempenho produtivo dos animais (GENTILINI, 2013).

A principal problemática enfrentada hoje é o manejo e manutenção dessas pastagens, causando a degradação das áreas. Um levantamento realizado pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG), cerca de 40% das áreas de pastagem apresentam vigor vegetativo médio, com indícios de degradação, enquanto aproximadamente 20% encontram-se em condição de baixo vigor vegetativo, caracterizando degradação severa. Essas áreas degradadas apresentam redução significativa da capacidade de suporte animal e da produtividade forrageira, comprometendo a eficiência dos sistemas de produção pecuária (UFG, 2023).

Nesse contexto, existem vários métodos para a uma boa formação de pastos, e a utilização de uma semente de qualidade é indispensável dentro deste processo. Uma das práticas que permitem as sementes chegarem com qualidade ao campo é o revestimento de sementes, que contribuem com a integridade da semente durante a logística, a conter o tratamento de sementes intacto, garantindo eficiência no campo (JAVED et al., 2022).

O revestimento das sementes é uma prática antiga, iniciada no século 19, e que vem sendo difundida e melhorada com o passar dos anos (VERCELHEZE et al., 2019). Hoje temos conhecimentos tecnológicos e maquinário avançado que realiza o processo, agregando tratamentos químicos, biológicos, minerais e bioestimulantes, revolvendo a semente e seus tratamentos em uma capa protetora, que deixa a semente uniforme e facilita a operação agrícola, gerando produtividade.

A utilização de sementes de alta qualidade física, fisiológica e sanitária é essencial para garantir emergência uniforme, bom estande inicial e persistência das forrageiras no campo. Nesse cenário, tecnologias associadas ao beneficiamento e ao tratamento de sementes têm sido cada vez mais utilizadas, com destaque para o revestimento de sementes, técnica que agrega valor ao produto e melhora seu desempenho operacional na semeadura (JAVED et al., 2022).

Um bom revestimento de sementes auxilia na distribuição manual ou mecânica de sementes, por meio da padronização do tamanho, forma e peso das sementes, redução dos impactos que as sementes sofrem durante a semeadura, além do aspecto visual que chama atenção do consumidor (LOPES & NASCIMENTO, 2012).

Segundo a Incotec ([s.d.]), os revestimentos de sementes são técnicas utilizadas para melhorar a semeadura, a proteção e o desempenho inicial das culturas. Sendo 3 diferentes técnicas de revestimento: o *film coating* (consiste na aplicação de uma camada fina de polímeros e aditivos sobre a superfície da semente, permitindo a fixação de defensivos, corantes e outros insumos, sem alterar significativamente seu tamanho ou formato), a incrustação (são adicionadas camadas de materiais inertes que aumentam moderadamente o peso e o tamanho da semente, mantendo parcialmente sua forma original e proporcionando maior uniformidade e melhor desempenho na semeadura mecanizada) e a peletização (aplicação de camadas mais espessas de materiais ao redor da semente, resultando em formato mais uniforme e geralmente esférico, aumentando significativamente seu tamanho e peso, o que facilita o plantio de precisão e permite a incorporação de produtos de proteção e nutrição).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes materiais utilizados na incrustação de sementes de forrageiras, analisando suas características físicas, visuais, dissolução em água, emergência de plântulas e custo, visando identificar alternativas tecnicamente eficientes e economicamente viáveis para o revestimento de sementes forrageiras.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na Unidade de Produção e Inovação (UPI) da empresa Barenbrug do Brasil (Guaíra-SP), no período de maio de 2025 a junho de 2025, utilizando-se da estrutura de Laboratório de Tecnologia de Sementes (LTS) para a realização dos testes de revestimento e da estufa revestida com tela de sombreamento de 50%, sendo influenciado pelas condições climáticas externas (Figura 1).



Figura 1. Vista da estufa e bancadas.
Fonte: Arquivo pessoal, (2025)

O município de Guaíra está localizado nas coordenadas 20°26'39.7" S 48°17'10.7" W e altitude de 521 m, no norte do estado de São Paulo. Segundo Setzer (1966), o clima da região é do tipo Aw, caracterizado como tropical, com inverno seco e estação chuvosa no verão. A pluviosidade média anual é de 1.550 mm e temperatura média anual é de 25 °C, com chuvas bem distribuídas entre os meses de setembro e abril e escassez nos demais meses (SANCHES, 2022).

No período de condução do experimento de 14 de maio de 2025 a 04 de junho de 2025, a temperatura média foi de 21,4°C, com máxima e mínima de 28°C e 11°C, respectivamente. A precipitação acumulada no período foi de 35,2 mm (ACCUWEATHER, 2025).

2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado um esquema fatorial 2 x 6, com três repetições, sendo duas sementes de cultivares forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. Marandu e *U. brizantha* x *U. ruziziensis* cv. Convert 330) e seis misturas de materiais inertes para o revestimento das sementes: bentonita; attapulgita líquida + dolomita; dolomita + cola; polvilho doce + dolomita; bentonita + dolomita; farinha de trigo + dolomita.

2.3 Revestimento de sementes

Para a realização do revestimento foi utilizada a técnica de incrustação, realizada em laboratório, utilizando o “mini-coating” para fazer as misturas dos materiais. Este equipamento é uma forma reduzida do *coating* industrial, onde é realizado testes controlados e de menor quantidade, voltado para aperfeiçoar práticas e desenvolver melhorias.

Cada tratamento houve uma quantidade exata de materiais (Tabela 1), de acordo com a necessidade de cada mistura.

Tabela 1. Relação das quantidades de insumos utilizados por tratamento.

Tratamento	Marandu (g)	Convert 330 (g)	Bentonita (g)	Dolomita (g)	Farinha de Trigo (g)	Polvilho Doce (g)	Attapulgita (ml)	Cola (ml)	Água (ml)	Corante (ml)
T1	200	-	350	-	-	-	-	-	60	15
T2	200	-	-	300	-	-	70	-	-	15
T3	200	-	-	350	-	-	-	90	-	15
T4	200	-	-	245	-	105	-	-	120	15
T5	200	-	280	70	-	-	-	-	60	15
T6	200	-	-	245	105	-	-	-	100	15
T7	-	200	350	-	-	-	-	-	60	15
T8	-	200	-	300	-	-	70	-	-	15
T9	-	200	-	350	-	-	-	90	-	15
T10	-	200	-	245	-	105	-	-	120	15
T11	-	200	280	70	-	-	-	-	60	15
T12	-	200	-	245	105	-	-	-	100	15

O revestimento de cada um dos 12 tratamentos (Tabela 1) foi realizado com auxílio do mini-coating do LTS (Figura 2). Para isso, as sementes são adicionadas inicialmente e na sequência é adicionado o material inerte em conjunto com as caldas, cada tratamento e/ou água seguido da calda acabamento.



Figura 2. “Mini-Coating”.
Fonte: Acervo pessoal, (2025)

Após o processo no *mini-coating*, as sementes revestidas passaram a ser chamadas de pelotas (sementes peletizadas), foram submetidas ao processo de secagem (Figura 3) e, posteriormente, foram armazenadas em sacos de papel (Figura 4). Após todo o processo, as sementes seguiram para as avaliações de fator, peneiramento granulométrico, escore visual, dissolução, custo e germinação.



Figura 3. Semente revestida em processo de secagem.
Fonte: Acervo pessoal, (2025)



Figura 4. Sacos de papel com sementes.
Fonte: Acervo pessoal, (2025)

2.4 Variáveis resposta mensuradas

2.4.1 Fator de incrustação

A incrustação de sementes agrega peso a semente, visto que a semente de *Urochloa* é muito leve, assim a incrustação auxilia em uma posterior distribuição no plantio, seja no plantio a lanço ou na linha. O fator de incrustação usado foi de 2,5 para o tratamento com attapulgita e 2,75 para os demais tratamentos. E para determinar a quantidade de material inerte a ser usado em cada batida de revestimento no *mini-coating*, foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{FATOR} = \frac{\text{SEMENTE NUA (g)} + \text{MATERIAL INERTE (g)}}{\text{SEMENTE NUA (g)}}$$

Figura 5. Fórmula do Fator de Revestimento.

Ex.:

F = fator desejado S = semente nua (g) MI = material inerte (g)

$$\begin{array}{l} F = 2,75 \\ S = 200 \\ MI = ?? \end{array} \quad F = \frac{S + MI}{S} \longrightarrow 2,75 = \frac{200 + MI}{200} \longrightarrow MI = 550 - 200 \longrightarrow MI = 350$$

- Logo, se desejamos um fator 2,75 precisamos de 350 g de material inerte para 200 g de semente nua.

2.4.2 Peneiramento granulométrico

Dentro do processo, seja no *coating* industrial ou no *mini-coating*, é utilizado um sistema de peneiras, onde são separadas as pelotas puras (nome atribuído a sementes corretamente incrustadas), pelotas duplas (sementes em que a incrustação revestiu duas sementes ou mais juntas) e chumbinho (nome adotado para os resíduos que não agregaram as sementes nuas, como pó ou pequenas esferas que contém apenas o material inerte, sem a presença de semente). A partir do peneiramento granulométrico foram estimadas a porcentagem de pelotas puras (%PP), porcentagem de pelotas duplas (%PD) e porcentagem de chumbinho (%C). Para isso, após a pesagem da amostra foi realizado um peneiramento, utilizando acima uma peneira de 6 mesh (3.35 mm), ao meio uma peneira de 10 mesh (1.45 mm) e abaixo um recipiente plástico. Na primeira peneira ficaram retidas as pelotas duplas ou materiais com granulometria incompatíveis com o desejado, na segunda peneira ficaram retidas as pelotas puras e no recipiente ficaram os materiais inertes livres.

Foi realizada a pesagem de cada material separadamente, gerando um valor para cada um com suas respectivas porcentagens em relação ao peso total da amostra.



Figura 6. Peneiras de 6 mesh e 10 mesh utilizadas.
Fonte: Acervo pessoal, (2025)



Figura 7. Amostra separada após o peneiramento (pelotas puras à esquerda, materiais inertes livres à direita e pelotas puras ao meio).
Fonte: Acervo pessoal, (2025)

2.4.3 Escore visual

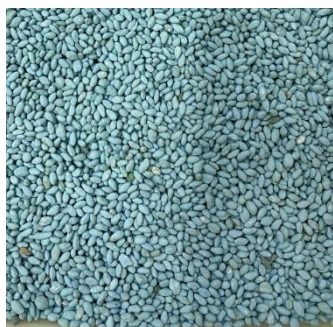
As notas foram definidas através de uma escala (Tabela 2), onde cada aspecto aferido a amostra tem uma nota correspondente, e no final é somado os números e calculado a média destes, tendo no fim um valor de 1 a 5, definindo a nota da amostra como muito ruim, ruim, bom, muito bom ou ideal.

Tabela 2. Escala de aspectos atribuídos ao revestimento e sua coloração.

Nota	Coloração	Revestimento
0,1 ~ 1,0 (Muito ruim)	(1) Má cobertura (grande parte das sementes sem cor); (1) Tonalidade extremamente fraca ou muito escura/esbranquiçada;	(1) Má cobertura; (1) Revestimento rugoso; (1) Quebra com facilidade; (1) Formação intensa de pó/chumbinho; (1) Alta incidência de sementes duplas.
1,1 ~ 2,0 (Ruim)	(2) Cobertura parcial com manchas visíveis; (2) Cor opaca ou com tonalidade fora do padrão (esbranquiçada ou escura);	(2) Cobertura parcial; (2) Superfície irregular; (2) Fragilidade média/alta; (2) Formação moderada de pó/chumbinho; (2) Presença considerável de sementes duplas.
2,1 ~ 3,0 (Bom)	(3) Leve desuniformidade entre sementes; (3) Cobertura moderada, cor com intensidade média (ligeiramente fraca ou escura);	(3) Cobertura razoável (com pequenas falhas); (3) Leve rugosidade; (3) Resistência moderada; (3) Pouco pó/chumbinho; (3) Poucas sementes duplas.
3,1 ~ 4,0 (Muito bom)	(4) Boa cobertura da maioria das sementes; (4) Cor próxima do padrão (tonalidade viva, sem excesso);	(4) Cobertura completa da maioria das sementes; (4) Superfície quase lisa; (4) Boa resistência; (4) Presença discreta de pó/chumbinho; (4) Raras sementes duplas.
4,1 ~ 5,0 (Ideal)	(5) Cobertura completa e uniforme; (5) Tonalidade dentro do padrão esperado (nem escura nem esbranquiçada);	(5) Cobertura uniforme e total da semente; (5) Revestimento liso e homogêneo; (5) Alta resistência à quebra; (5) Quantidade irrelevante pó/chumbinho; (5) Quantidade irrelevante de sementes duplas.

Ex.:

Considerando o revestimento da imagem a seguir, é identificado aspectos definidos na escala acima que lhe são atribuídos, definindo sua nota.



Aspectos de coloração da amostra	Nota
(3) Leve desuniformidade entre sementes; (2) Cor opaca ou com tonalidade fora do padrão (esbranquiçada ou escura);	2,5
Aspectos de revestimento da amostra	Nota
(3) Cobertura razoável (com pequenas falhas); (5) Revestimento liso e homogêneo; (1) Quebra com facilidade; (4) Presença discreta de pó/chumbinho; (3) Poucas sementes duplas.	3,2

Portanto, um revestimento muito bom e uma coloração boa.

2.4.4 Dissolução em água

A partir da dissolução foram estimadas as porcentagens de dissolução (%PD). O teste utilizado é um método interno da empresa concedente do laboratório, consistindo em: separação de 1000 pelotas puras; pesagem dessas 1000 pelotas; imersão das 1000 pelotas em um becker de vidro com 150 ml de água; agitação por 30 s com auxílio de um bastão de vidro; colher a amostra em uma peneira; lavagem da amostra sob a peneira em água corrente por 20 s; secagem do material; pesagem da amostra seco; definir a % de dissolução.

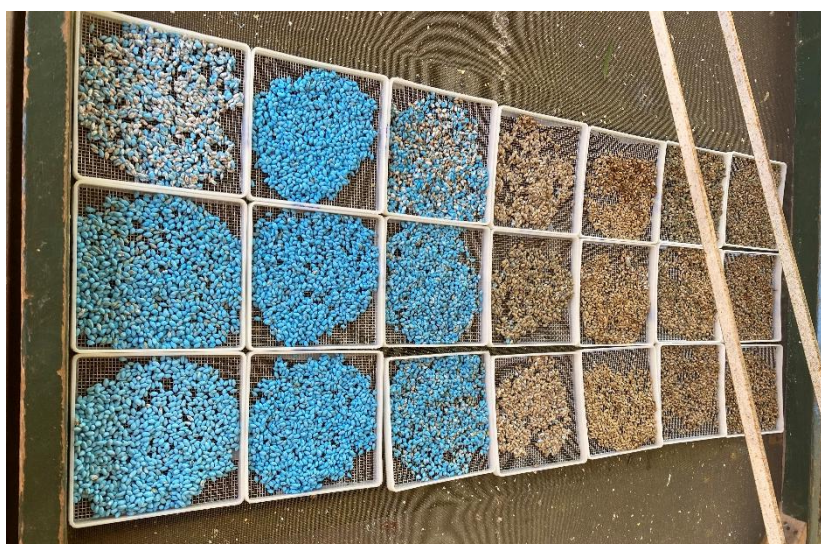


Figura 8. Amostras em processo de secagem após processo de dissolução.
Fonte: Acervo pessoal, (2025)

2.4.5 Emergência de plântulas

Para a realização do teste de emergência de plântulas em canteiro foi feita a coleta de uma amostra de cada repetição e a homogeneização delas para cada tratamento, sendo considerado como lotes de sementes cada uma das repetições. Após esse processo, foram contadas 400 sementes peletizadas puras em quatro repetições de 100 sementes. As avaliações de emergência foram realizadas com 7, 14 e 21 dias (BRASIL, 2009).



Figura 9. Preparo do canteiro para semeadura dos testes.
 Fonte: Acervo Pessoal, (2025)



Figura 10. Semeadura dos tratamentos no dia 14/05/2025.
 Fonte: Acervo Pessoal, (2025)

2.4.6 Custos

Para o cálculo de custo dos revestimentos realizados no trabalho, foi feita uma consulta de mercado com valores reais de cada insumo utilizado.

Tabela 3. Cotação de insumos utilizados para os revestimentos.

Cotação	Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.
05/06/2025	Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00
05/06/2025	Semente Nua (Convert 330)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00
05/06/2025	Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00
05/06/2025	Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10
05/06/2025	Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28
05/06/2025	Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58
05/06/2025	Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00
05/06/2025	Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05
05/06/2025	Cola	Euro American	L	R\$ 6,92
05/06/2025	Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70

*Insumos básicos como semente nua, água e energia não são contabilizados.

2.5 Análise estatística dos dados

A análise estatística foi realizada com apoio do Software SISVAR. Foram realizadas análises de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que tanto o tipo de material utilizado no revestimento quanto a cultivar influenciaram significativamente a qualidade física, visual e fisiológica das sementes incrustadas, conforme demonstrado na análise de variância (Tabela 4).

Observou-se efeito significativo ($p \leq 0,05$) da interação entre cultivar e tratamento para a maioria das variáveis avaliadas, indicando que o comportamento dos materiais de revestimento não foi uniforme entre as duas cultivares estudadas. Esse resultado demonstra a importância de considerar as características específicas das sementes de cada cultivar no desenvolvimento de tecnologias de incrustação.

O coeficiente de variação (CV) oscilou de 1,30 % para o caráter dissolução a 17,30% para chumbinho, variando de baixo a médio (PIMENTEL et al, 2013), indicando boa precisão experimental (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância (ANOVA) para peso revestido final (PRF), fator real (FATOR), pelotas puras (PP), pelotas duplas (PD), porcentagem de chumbinho (Chumb), notas de revestimento (Revest), notas de coloração (Color) e porcentagem de dissolução (CR) de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis tipos de revestimentos.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio							
		PFR	FATOR	PP	PD	Chumb	Revest	Color	Dissol
Cultivar (C)	1	693,4	0,017	75,1	11,1	205,4**	0,64**	0,0044	218,1**
Revestimento de sementes (RS)	5	2956,6**	0,074**	9438,6**	10091,1**	647,6**	2,72**	7,516**	7909,5**
C*RS	5	534,8*	0,013*	1296,2*	1320,2**	589,4**	0,084**	0,197**	35,87**
Erro	24	180	0,004	239,1	28,55	5,88	0,0067	0,0083	0,885
CV (%)		2,47	2,47	3,30	8,84	17,30	2,36	2,81	1,30
Média geral:		542,4	2,71	467,9 g	60,4 g	14,06 g	3,46	3,25	72,16 %

* e ** = significativo a 5 e 1%, respectivamente ($p > 0,05$) pelo teste F; CV (%): coeficiente de variação.

3.1 Análise sobre o fator de incrustação

O fator de incrustação é uma unidade utilizada para determinar a soma de peso entre semente e material de incrustação, definindo assim o PMS da semente incrustada. Os fatores definidos no atual trabalho foram 2,50 para attapulgita e 2,75 para os demais materiais. Ou seja, para cada 1,0 de semente utiliza-se a proporção de 1,5 ou 1,75 de material, respectivamente. Revestimento que oscilem para mais ou para menos que o valor do fator podem ser avaliados

como incompatibilidade entre quantidade de semente e quantidade de material utilizado, sendo necessário readequação da mistura.

Tabela 5. Médias de fator de incrustação das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).

Peso final revestido (g)							
Cultivar/RS	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	Média
Convert	534,7 Ba	522,0 Ba	529,3 Ba	565,3 Aa	566,7 Aa	562,7 Aa	538,0
Marandu	516,0 Ca	506,7 Ca	540,7 Ba	569,3 Aa	571,3 Aa	524,0 Cb	546,8
Média	525,3	514,3	535,0	567,3	569,0	543,3	
Fator Real							
Cultivar/RS	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	Média
Convert	2,67 Ba	2,61 Ba	2,65 Ba	2,83 Aa	2,83 Aa	2,81 Aa	2,73
Marandu	2,58 Ca	2,53 Ca	2,70 Ba	2,85 Aa	2,86 Aa	2,62 Cb	2,69
Média	2,63	2,57	2,68	2,84	2,85	2,72	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$). Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

Os valores de peso final das sementes revestidas e do fator real de incrustação demonstraram que os tratamentos Dolo, Far e Pol em ambas as cultivares proporcionaram maior acúmulo de material inerte nas pelotas, resultando em fatores de incrustação superiores a 2,80 em ambas as cultivares.

Esse comportamento está relacionado à maior capacidade de adesão e compactação desses materiais, o que favorece o aumento do peso final das pelotas, tendo nos tratamentos Dolo a contribuição da cola em sua formulação, componente que define a maior adesão do material na semente.

Embora um maior fator de incrustação seja desejável para melhorar a distribuição na semeadura, valores excessivamente elevados podem comprometer a dissolução e a emergência das plântulas (PEDRINI et al., 2017), como observado posteriormente nos resultados de germinação.

Por outro lado, os tratamentos com bentonita e attapulgita apresentaram menores valores de fator real, mantendo-se mais próximos ao fator desejado inicialmente, o que indica maior controle do processo e melhor uniformidade na formação das pelotas.

3.2 Análise sobre o peneiramento granulométrico

O peneiramento granulométrico é uma etapa importante da incrustação de sementes, seja no processo industrial ou no processo de revestimento em pequena escala no laboratório, pois ele classifica as sementes por tamanho, separando pelota pura, pelota dupla, sementes não peletizadas e material inerte livre (materiais que não aglomeraram à semente) (RAS, 2009).

Tabela 6. Médias de peneiramento granulométrico das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).

Pelotas puras (g)							
Cultivar/RS	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	Média
Convert	414,0 Cb	487,3 Aa	500,0 Aa	509,3 Ab	459,3 Ba	446,0 Ba	414,0
Marandu	440,7 Ba	450,0 Bb	516,7 Aa	536,0 Aa	430,7 Bb	424,7 Ba	440,7
Média	427,3	468,7	508,3	522,7	445,0	435,3	
Pelotas duplas (g)							
Cultivar/RS	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	Média
Convert	111,3 Eb	22,0 Aa	14,0 Aa	54,0 Bb	100,7 Da	64,0 Ca	61,0
Marandu	68,0 Ca	29,3 Ba	8,0 Aa	29,3 Ba	134,7 Eb	90,0 Db	59,9
Média	89,7	25,7	11,0	41,7	117,7	77,0	
Chumbinho (g)							
Cultivar/RS	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	Média
Convert	9,3 Ca	12,7 Da	15,3 Da	2,0 Aa	6,7 Ba	52,7 Eb	16,4
Marandu	7,3 Aa	27,3 Cb	16,0 Ba	4,0 Aa	6,0 Aa	9,3 Aa	11,7
Média	8,3	20,0	15,7	3,0	6,3	31,0	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$). Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

A uniformidade de tamanho e forma das sementes revestidas é essencial para melhorar a precisão da semeadura mecanizada e garantir distribuição homogênea no campo (HALMER, 2008).

Os tratamentos com BentDol e Dolo apresentaram as maiores proporções de pelotas puras, superando 500 g em ambas as cultivares, indicando boa uniformidade física das sementes revestidas. Esse resultado é desejável, pois pelotas puras favorecem a semeadura mecanizada e reduzem perdas por entupimento de equipamentos. A bentonita tem característica plástica, auxiliando na aderência no processo de peletização, embora quebre facilmente (NASCIMENTO et al., 2009).

Os tratamentos Far e Atta apresentaram elevada formação de pelotas duplas, com mais de 100 g em cada avaliação. A presença de pelotas duplas pode prejudicar a regulação da semeadora

e resultar em distribuição irregular das sementes no campo. Assim com a bentonita, a attapulgita detém características plásticas, e por se um material mais refinado, as partículas acabam se agregando com mais facilidade (NASCIMENTO et al., 2009), causando então o aumento de pelotas duplas.

O tratamento Pol demonstrou a maior quantidade de “chumbinho”, indicando menor eficiência de adesão dos materiais e maior perda de insumos durante o processo, o que pode representar prejuízo econômico e baixa qualidade tecnológica do revestimento.

3.3 Análise sobre o escore visual

O aspecto visual é de grande importância no revestimento de sementes, este que é um dos principais pontos a serem avaliados pelo consumidor final, juntamente com os valores culturais. De acordo com Lopes & Nascimento (2012), o aspecto visual é um dos principais fatores considerados no momento da escolha de sementes revestidas, especialmente no mercado de sementes forrageiras, onde o valor cultural e a aparência do produto são critérios decisivos de compra.

Um bom recobrimento da semente e uniformidade no tamanho da pelota pode ser essencial para um bom plantio, pois auxilia na distribuição correta da semeadora mecânica e evita entupimento por excesso de pó, além de servir como proteção contra condições adversas.

Enquanto a coloração da pelota está mais associada ao marketing da empresa, chamado de *Branding*, que visa chamar a atenção do público-alvo: o consumidor, e que psicologicamente faça ele escolher uma semente em detrimento da outra. Uma coloração específica pode representar toda uma identidade visual da marca, assim definindo sua qualidade em função da cor.

Tabela 7. Médias de notas de revestimento das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).

Cultivar/TS	Notas de revestimento (0-5)						Média
	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	
Convert	2,57 Fb	3,00 Da	3,77 Bb	4,40 Ab	3,43 Ca	2,80 Eb	3,33
Marandu	3,17 Da	3,00 Ea	4,00 Ba	4,80 Aa	3,43 Ca	3,17 Da	3,59
Média	2,87	3,00	3,88	4,60	3,43	2,98	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$). Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

Tabela 8. Médias de notas de coloração das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).

Cultivar/TS	Notas de coloração (0-5)						Média
	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	
Convert	2,07 Db	2,00 Da	3,00 Ca	4,40 Aa	4,00 Ba	3,97 Bb	3,24
Marandu	2,40 Da	1,40 Db	2,97 Ca	4,40 Aa	4,00 Ba	4,40 Aa	3,26
Média	2,23	1,70	2,98	4,40	4,00	4,18	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$). Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

Além dos aspectos agronômicos, a aparência visual das sementes revestidas possui grande importância comercial, influenciando diretamente a percepção de qualidade por parte do consumidor (PEDRINI et al., 2017).

Os maiores valores de escore visual, tanto em revestimento quanto em coloração, foram obtidos no tratamento Dolo, com médias superiores a 4,40, classificados como revestimentos de boa a excelente qualidade. Esses materiais proporcionaram pelotas mais uniformes, com melhor recobrimento da semente, menor presença de falhas superficiais e coloração mais vívida. Esse resultado é atribuído pela coloração branca da dolomita, que é um carbonato de cálcio e magnésio de textura fina, que juntamente com a cola forma uma peletização uniforme e a base branca é de fácil aplicação da coloração. O tratamento Pol apesar de ter uma nota abaixo no revestimento, também obteve nota 4,40 na coloração. Embora a coloração não influencie diretamente o desempenho fisiológico da semente, esse atributo possui grande importância comercial, uma vez que impacta diretamente na percepção de qualidade pelo consumidor. A cor de um produto funciona como um estimulante para o consumo, causando diferentes reações no consumidor sejam elas positivas ou negativas (SILVA et al., 2022).

A coloração das sementes revestidas também pode atuar como ferramenta de identificação e diferenciação de produtos no mercado de sementes (HALMER, 2000). Os tratamentos Atta, Bent e BentDol tiveram notas baixas no quesito coloração em função da cor original da matéria prima. A bentonita, assim como a attapulgita, é uma argila plástica com coloração acinzentada, que apesar de ser um material com bom percentual adesivo, é notavelmente difícil introduzir uma boa coloração sobre sua superfície, uma vez que a cor cinza não é uma boa cor base. Em contrapartida, a dolomita é um carbonato duplo de cálcio e magnésio com coloração branca, sendo então uma perfeita cor base para introdução de outras colorações, porém não possui capacidade adesiva.

3.4 Análise sobre a dissolução em água

A dissolução da incrustação em água é essencial para que a semente tenha contato com solo e umidade, e tenha boa germinação e vigor.

O revestimento ideal deve manter integridade durante o armazenamento e manuseio, mas se desintegrar rapidamente após o contato com a umidade do solo, permitindo a absorção de água pela semente (TAYLOR et al., 1998).

A facilidade da dissolução garante que a eficiência fisiológica, sanitária e tecnológica da sementeira. Segundo Lopes & Nascimento (2012), a integridade física das pelotas tem grande importância, e estas não devem se desmanchar ou quebrar durante o processo de classificação, transporte, manuseio ou sementeira mecanizada, ainda assim quando umedecidos após a sementeira, devem se desintegrar facilmente, para não formarem uma barreira física que impeça a germinação da semente.

Tabela 9. Médias de dissolução em água das sementes de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento (RS).

Cultivar/TS	Dissolução (%)						Média
	Atta	Bent	BentDol	Dolo	Far	Pol	
Convert	97,6 Aa	97,9 Aa	88,3 Ba	5,63 Da	61,4 Ca	96,9 Aa	74,6
Marandu	96,4 Aa	97,5 Aa	75,9 Cb	4,37 Ea	52,6 Db	91,5 Bb	69,7
Média	97,0	97,7	82,1	5,0	57,0	94,2	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($\alpha=5\%$). Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

A dissolução das pelotas em água apresentou diferenças marcantes entre os tratamentos. Os maiores valores de dissolução foram observados nos tratamentos com Bent, BentDol, Atta e Pol, com médias superiores a 90% em ambas as cultivares.

Esse resultado é tecnicamente interessante, pois indica que o revestimento se desintegra com facilidade na presença de umidade, permitindo o contato direto da semente com a água e o solo, favorecendo a germinação. A capacidade de dissolução do revestimento é um fator crítico para garantir que o material não atue como barreira física à germinação (PEDRINI et al., 2017).

A dissolução do revestimento de sementes, seja por peletização, incrustação ou *film coating*, ocorre quando os materiais inertes e poliméricos que compõem a camada externa entram em contato com a umidade do solo, onde o revestimento torna-se permeável ou se desintegra gradualmente, possibilitando a absorção de água pela semente e o desencadeamento do processo

germinativo, assegurando que defensivos e nutrientes incorporados ao revestimento sejam ativados somente após a semeadura, favorecendo maior eficiência e proteção inicial. (CR MINERALS, 2022).

Em contrapartida, o tratamento Dolo apresentou valores extremamente baixos de dissolução (inferiores a 6%), caracterizando formação de uma camada rígida e pouco permeável ao redor da semente. Esse comportamento confirma a observação de Lopes & Nascimento (2012), que destacam que revestimentos excessivamente rígidos podem atuar como barreira física, prejudicando a absorção de água e a emergência da plântula.

Os resultados de dissolução ajudam a explicar diretamente o comportamento observado nos testes de emergência de plântulas.

3.5 Análise sobre a emergência de plântulas

A germinação é a etapa crucial na avaliação da incrustação de sementes, visto que a partir dela determinamos a viabilidade da semente, e consequentemente do seu revestimento. Estudos demonstram que o revestimento pode influenciar diretamente a emergência das plântulas, dependendo das propriedades físicas do material utilizado e da espessura da camada aplicada (MADSEN et al., 2016).

A definição de germinação é dada pela capacidade da semente em emergir e desenvolver estruturas essenciais do embrião, manifestando assim capacidade de originar a uma plântula normal, sob condições ambientais favoráveis (MARCOS FILHO et al., 1987).

O teste de emergência de plântulas tem como objetivo fornecer informações sobre a qualidade das sementes para a semeadura, além de possibilitar a comparação entre diferentes lotes, sendo definido os métodos de execução definidos pela RAS (Regra de Análise de Sementes), a fim de terem as avaliações mais homogêneas possível. (BRASIL, 2009).

O teste de emergência de plântulas obteve interferência negativa influenciada pelo clima da região entre os dias de avaliação, tendo a temperatura média de 21,4°C, com máxima e mínima de 28°C e 11°C, respectivamente, e sendo realizado durante o inverno quando se tem dias mais curtos e pouca disponibilidade de luz por conta de dias nublados. As condições ideais para a boa emergência de plântulas de *Urochloa spp.* são de boa disponibilidade de luz e temperaturas com máximas e mínimas entre 35°C e 15°C, respectivamente (BRASIL, 2009).

Tabela 10. Porcentagem de emergência de plântulas em substrato 1:1 (areia:terra) aos 7 (%G7), 14 (%G14) e 21 (%G21) dias após a semeadura de duas cultivares de forrageiras submetidas a seis diferentes tipos de revestimento em comparação à semente nua.

Cultivar	Tratamento	%G7	%G14	%G21
Marandu	Atta	28,5	41,5	46,0
Marandu	Bent	23,8	45,0	52,3
Marandu	BentDol	26,3	43,0	49,3
Marandu	Dolo	19,8	30,5	33,8
Marandu	Far	15,5	27,5	33,5
Marandu	Pol	22,8	41,0	45,0
Marandu	Semente nua	41,0	55,3	59,5
Convert	Atta	26,5	44,3	50,0
Convert	Bent	25,0	54,0	59,3
Convert	BentDol	33,3	57,3	63,0
Convert	Dolo	17,5	32,5	37,3
Convert	Far	22,5	38,3	43,0
Convert	Pol	28,0	46,3	50,3
Convert	Semente nua	47,8	67,0	70,3

Atta: attapulgita+dolomita, Bent: bentonita, BentDol: bentonita+dolomita, Dolo: dolomita, Far: farinha de trigo+dolomita, Pol: polvilho+dolomita.

Apesar da influência climática, os dados de emergência demonstraram que todas as sementes incrustadas apresentaram desempenho inferior às sementes nuas, o que é esperado, uma vez que qualquer tipo de revestimento tende a impor algum grau de restrição inicial à germinação.

Entretanto, destacaram-se positivamente os tratamentos Bent, BentDol, Atta e Pol, especialmente na cultivar Convert, que apresentaram valores de emergência aos 21 dias superiores a 50% em vários tratamentos.

O tratamento Bent apresentou o melhor desempenho fisiológico entre os materiais testados, alcançando 63,0% de emergência na cultivar Convert, resultado próximo ao obtido com sementes nuas (70,3%). Esse comportamento reforça a eficiência desse material em equilibrar qualidade física e funcionalidade fisiológica, condizendo com as afirmações de Nascimento (2012).

Por outro lado, o tratamento Dolo apresentou os piores resultados de emergência em ambas as cultivares, confirmando que, apesar do bom desempenho visual e físico, sua baixa dissolução ocasionada pela mistura com cola compromete severamente o processo germinativo. Embora o revestimento de sementes possa melhorar aspectos operacionais da semeadura, camadas

excessivas ou materiais inadequados podem reduzir a velocidade de germinação e a emergência inicial (PEDRINI et al., 2017).

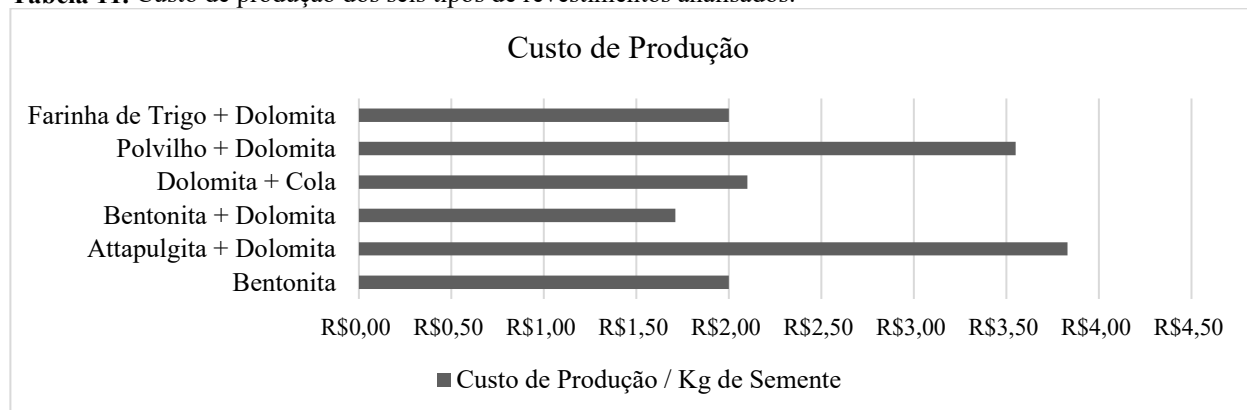
Efeitos negativos foram relatados em revestimento de sementes com polímero à base de polivinil em beterraba sacarina, onde verificou-se a redução na porcentagem de germinação, atribuída à limitação no fornecimento de umidade durante a fase de embebição e à menor disponibilidade de oxigênio durante o desenvolvimento do embrião (DUAN & BURRIS, 1997).

Esses resultados evidenciam que a escolha do material de incrustação deve priorizar não apenas aspectos visuais e operacionais, mas principalmente o impacto sobre a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas, que são determinantes para o sucesso das pastagens.

3.6 Análise sobre os custos de operação

O custo de produção de um produto é fundamental para garantir a sustentabilidade econômica de qualquer atividade produtiva, especialmente na agricultura e pecuária. Segundo Maciel et al. (2005), um sistema de custos deve ser planejado e elaborado conforme a necessidade a atividade a ser realizada e o controle de qualidade do produto.

Tabela 11. Custo de produção dos seis tipos de revestimentos analisados.



Na incrustação de semente, especialmente em sementes forrageiras, o custo de produção não pode ser elevado, visto que o valor de comercialização não é alto, entretanto o produto deve ter qualidade e ter um valor de comércio competitivo com os demais produtos no mercado.

A viabilidade econômica das tecnologias de revestimento de sementes é um fator determinante para sua adoção comercial, especialmente em culturas de menor valor agregado, como as forrageiras (AFZAL et al., 2020).

Os custos de semente revestida evidenciaram variações expressivas entre os tratamentos, refletindo principalmente o preço dos materiais inertes e a necessidade de maior ou menor quantidade de insumos para atingir o fator de incrustação desejado.

O tratamento BentDol apresentou o menor custo de produção (R\$1,71/Kg), sendo a alternativa economicamente mais vantajosa entre os materiais avaliados. Esse resultado é particularmente relevante, uma vez que esse mesmo tratamento também apresentou bom desempenho físico, boa dissolução e os melhores resultados de emergência de plântulas, especialmente para a cultivar Convert.

O tratamento Far apresentou custo intermediário (R\$2,00/Kg), embora apresente limitações relacionadas à maior formação de pelotas duplas e desempenho fisiológico inferior, o que reduz sua atratividade como alternativa de revestimento.

O tratamento Dolo apresentou custo médio (R\$2,10/Kg), no entanto, apesar do excelente desempenho visual, os baixos índices de dissolução e emergência de plântulas comprometem sua viabilidade técnica, evidenciando que o menor custo não deve ser analisado isoladamente, sem considerar o impacto sobre a qualidade fisiológica da semente.

No tratamento Pol e Atta foram observados os maiores custos de produção (R\$3,55/Kg e R\$3,83/Kg, respectivamente). Esses tratamentos apresentaram boa dissolução e desempenho fisiológico intermediário, porém o elevado custo limita sua aplicação em larga escala, especialmente quando comparados a alternativas mais econômicas e com desempenho semelhante, como a bentonita isolada ou associada à dolomita.

De modo geral, temos que a escolha do material inerte para a incrustação de sementes forrageiras depende de diversos fatores, sendo de suma importância o papel do laboratório de tecnologia de sementes, onde acontece todos os tipos de testes pré-industriais, antes de serem produzidos em grande escala.

O tratamento Dolo, embora tenham apresentado excelente uniformidade física, elevado escore visual e coloração atrativa, mostraram baixa dissolução em água e os menores índices de emergência de plântulas, evidenciando que a rigidez do revestimento atuou como barreira física à emergência de plântulas. Desta forma, o uso exclusivo de dolomita não se mostrou tecnicamente viável para a incrustação de sementes de *Urochloa*.

A bentonita, isolada ou associada à dolomita, destacou-se positivamente por apresentar elevado índice de dissolução, boa uniformidade física, adequado desempenho fisiológico e custos de produção reduzidos. Em especial, o tratamento BentDol, apesar de não ter coloração atraente, apresentou o melhor equilíbrio entre qualidade tecnológica, emergência de plântulas e viabilidade econômica, configurando-se como a alternativa mais promissora entre os materiais avaliados.

Os tratamentos Atta e Pol apresentaram bom desempenho quanto à dissolução e emergência, porém os elevados custos de produção limitam sua aplicação em larga escala no mercado de sementes forrageiras.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que a eficiência da incrustação de sementes forrageiras depende da interação entre material inerte e a cultivar da forrageira.

A associação de bentonita+dolomita (BentDol) mostrou-se tecnicamente eficiente e economicamente viável, sendo recomendada para o revestimento de sementes de *Urochloa*, visando melhorar a qualidade do produto e o estabelecimento inicial das pastagens.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCUWEATHER. **Dados Meteorológicos de Guaíra, São Paulo, Brasil. 2025.** Disponível em: <https://www.accuweather.com/pt/br/gua%C3%ADra/41675/june-weather/41675>. Acesso em: 06 de junho de 2025.

AFZAL, I.; JAVED, T.; AMIN, M.; MAQSOOD, M. **Seed enhancement technologies: a review.** Agronomy, v. 10, p. 1–17, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Regras para Análise de Sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CR MINERALS COMPANY, LLC. **Seed Coatings.** CR Minerals: Pueblo, CO, EUA, 2022. Disponível em: https://www.crminerals.com/PDF/sales_inserts/Seed_Coatings.pdf. Acesso em: 16 de Fevereiro de 2026

DUAN, X.; E BURRIS, J. S. **Revestimento de película prejudica a lixiviação de inibidores de germinação em sementes de beterraba sacarina.** Crop Science, 37: 515-520, (1997).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Value of Agricultural Production, 2025.** Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2026.

GENTILINI, F. P. **Tecnologia de rações.** Curso Técnico em Agroindústria - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul-Rio-Grandense – IFSUL, 2013. Disponível em: https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1467/Tec_Racoes_Z_R1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2026

HALMER, P. **Commercial seed treatment technology.** In: BLACK, M.; BEWLEY, J. Seed Technology and its Biological Basis. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000.

HALMER, P. **Seed technology and seed enhancement.** Acta Horticulturae, v. 771, p. 17–26, 2008.

INCOTEC. **Seed coating.** [s.l.]: Incotec, [s.d]. Disponível em: <https://www.incotec.com/pt-br/seed-technologies/seed-coating>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rebanho de Bovinos (Bois e Vacas). 2023.** Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/br>. Acesso em: 01 de junho de 2025.

JAVED, T.; AFZAL, I.; SHABBIR, R.; IKRAM, K.; ZAHEER, M. S.; FAHEEM, M.; ALI, H. H.; IQBAL, J. **Seed coating technology: An innovative and sustainable approach for improving seed quality and crop performance.** Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. Volume 21, Issue 8, December 2022, Pages 536-545.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Peletização em sementes de hortaliças**. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 28 p. – (Documentos / Embrapa Hortaliças; 137).

MACIEL, D. B.; ROCHA, J. S.; ALMEIDA, S. F. **A importância dos custos e da formação do preço básico do produto na tomada de decisões em micros, pequenas e médias empresas: um estudo de caso numa indústria de confecções em Sanharó - PE**. IX Congresso Internacional de Custos - Florianópolis, SC, Brasil, 2005.

MADSEN, M. D.; DAVIES, K. W.; WILLIAMS, C. J.; SVEJCAR, T. J. **Agglomerating seeds to enhance native seedling emergence**. Restoration Ecology, v. 24, p. S76–S84, 2016.

MAPBIOMAS. **Projeto de Mapeamento Anual de Cobertura e Uso do Solo do Brasil** - Coleção 9. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://plataforma.mapbiomas.org>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2026.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M. & SILVA, W. R. da. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba, FEALQ, 230p., 1987.

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 27: 012-016. 2009.

PEDRINI, S.; MERRITT, D.; STEVENS, J.; DIXON, K. **Seed coating: science or marketing spin?**. Plant Science, v. 22, n. 2, p. 106–116, 2017.

PIMENTEL, A.J.B.; RIBEIRO, G.; SOUZA, M.A. DE; MOURA, L.M.; ASSIS, J.C. DE; MACHADO, J.C. **Comparação de métodos de seleção de genitores e populações segregantes aplicados ao melhoramento de trigo**. Bragantia, v. 72, n.2, p. 113-121, 2013.

SANCHES, T. D. **Laudo de avaliação de valor de terra nua (“VTN”), pelo método comparativo direto visando atualização de ITR (Imposto Territorial Rural) a partir da definição de valor de mercado de “terra nua” de acordo com ABNT (Associação Brasileira De Normas Técnicas) – NBR 14.653 – 3/2004**. Global Consultoria - Gestão Pública e Privada: Tributária – Administrativa – Patrimonial - SP. 2022. Disponível em: [https://www.guaira.sp.gov.br/public/admin/globalarq/itr/f9a52c226cf08c0a832fa4ebda006c65.pdf#:~:text=Com%20clima%20predominantemente%20tropical%20\(Aw,local%20%C3%A9%20de%201550%20mm.o](https://www.guaira.sp.gov.br/public/admin/globalarq/itr/f9a52c226cf08c0a832fa4ebda006c65.pdf#:~:text=Com%20clima%20predominantemente%20tropical%20(Aw,local%20%C3%A9%20de%201550%20mm.o) Acesso em: 06 de junho de 2025.

SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966. 61p.

SILVA, K. K.; SANTOS, M. P. DOS.; SILVA, R. E. **A influência das cores no comportamento do consumidor**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Tecnólogo em Marketing, Recife. 2022.

TAYLOR, A. G.; ALLEN, P. S.; BENNETT, M. A.; BRADFORD, K. J.; BURRIS, J. S.; MISRA, M. K. **Seed enhancements**. Seed Science Research, v. 8, p. 245–256, 1998.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Production - Beef. 2025.** Washington, DC: USDA, 2025. Disponível em: <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity/0111000>. Acesso em: 01 de junho de 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). **Atlas das Pastagens.** Goiânia: UFG, 2023. Disponível em: <https://atlasdaspastagens.ufg.br/>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2026.

VERCELHEZE, A. E.; MARIM, B. M.; OLIVEIRA, A. L. M.; MALI, S. **Development of 63 biodegradable coatings for maize seeds and their application for *Azospirillum brasilense* immobilization.** Microbiology and Biotechnology, v. 103, p. 2193-2203, 2019.

6. ANEXOS

Descrição de valores de insumos para cada tratamento.

T1					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,350	R\$ 0,39
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,000	R\$ 0,00
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,000	R\$ 0,00
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,000	R\$ 0,00
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,000	R\$ 0,00
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,000	R\$ 0,00
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,060	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 2,00

T1= Bent

T2					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,000	R\$ 0,00
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,300	R\$ 0,08
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,070	R\$ 0,67
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,000	R\$ 0,00
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,000	R\$ 0,00
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,000	R\$ 0,00
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,000	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 3,83

T2 = Atta

T3					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,000	R\$ 0,00
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,350	R\$ 0,10
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,000	R\$ 0,00
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,000	R\$ 0,00
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,000	R\$ 0,00
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,045	R\$ 0,31
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,090	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 2,10

T3 = Dolo

T4					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,000	R\$ 0,00
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,245	R\$ 0,07
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,000	R\$ 0,00
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,105	R\$ 0,63
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,000	R\$ 0,00
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,000	R\$ 0,00
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,120	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 3,55

T4 = Pol

T5					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,280	R\$ 0,31
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,070	R\$ 0,02
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,000	R\$ 0,00
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,000	R\$ 0,00
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,000	R\$ 0,00
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,000	R\$ 0,00
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,060	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 1,71

T5 = BentDol

T6					
Insumos	Fornecedor	Unid.	Preço Unit.	Qntd.	Preço Total
Semente Nua (Marandu)	Barenbrug do Brasil	Kg	R\$ 0,00	0,200	R\$ 0,00
Bentonita	Clariant	Kg	R\$ 1,10	0,000	R\$ 0,00
Dolomita	Limestone Paranacal	Kg	R\$ 0,28	0,245	R\$ 0,07
Attapulgita	BASF	L	R\$ 9,58	0,000	R\$ 0,00
Polvilho	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 6,00	0,000	R\$ 0,00
Farinha de Trigo	Belarina Alimentos	Kg	R\$ 3,05	0,105	R\$ 0,32
Cola	Euro American	L	R\$ 6,92	0,000	R\$ 0,00
Pigmento Azul	Dynatech	L	R\$ 16,70	0,015	R\$ 0,01
Água	Barenbrug do Brasil	L	R\$ 0,00	0,100	R\$ 0,00
Custo/Kg Revestido					R\$ 2,00

T6 = Far