

CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ

MATEUS DITZEL NUNES

**REVESTIMENTO TÉRMICO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
INOCULADAS**

CASCABEL

2018

CENTRO UNIVERSITARIO ASSIS GURGACZ

MATEUS DITZEL NUNES

**REVESTIMENTO TÉRMICO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
INOCULADAS**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor (a) Orientador (a): Eliseu Avelino Zanella Junior.

CASCADEL

2018

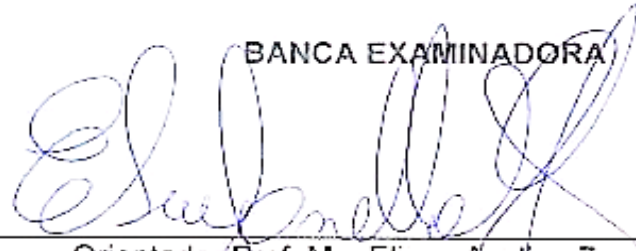
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

MATEUS DITZEL NUNES

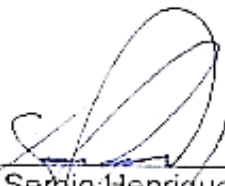
**REVESTIMENTO TÉRMICO NO ARMAZENAMENTO DE SEMENTES DE SOJA
INOCULADAS**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Mecânica, da FAG, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Msc. Eng. Mec. Eliseu Avelino Zanella Junior.

BANCA EXAMINADORA



Orientador Prof. Me. Eliseu Avelino Zanella Junior
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Me. Sergio Henrique Rodrigues Mota
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico



Professor Me. Carlos Alberto Breda
Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz – FAG
Engenheiro Mecânico

Cascavel – Pr, 03 de dezembro de 2018.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, que me apoiaram e me incentivaram nesta jornada, foram fonte de inspiração e exemplo de vida, assim pretendo levar seus princípios pelo resto de minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelas oportunidades, capacitações e pela vida. A cada desafio acadêmico e pessoal Ele esteve ao meu lado.

Agradeço a minha família que sempre me apoiou e me deu força.

Agradeço aos meus professores, pelos ensinamentos e experiências de vida, Especialmente ao meu orientador Eliseu Avelino Zanella Junior, pelos auxílios e orientações.

Agradeço a instituição FAG por todo o suporte e estrutura que ela disponibiliza aos seus alunos.

E por fim agradeço aos meus amigos e colegas que fiz nesta jornada acadêmica, cada momento foi importante, tanto os bons e os difíceis.

RESUMO

A bactéria inoculante da soja *Bradyrhizobium* tem sido muito utilizada ao longo dos anos como fixador biológico do nitrogênio, porém tem-se dificuldade de armazenar a semente já inoculada com um fator limitante: as altas temperaturas. Este trabalho terá como objetivo analisar diferentes tipos de revestimentos térmicos quanto ao armazenamento de sementes de soja inoculadas e peletizadas. O trabalho foi realizado de forma interdisciplinar, em conjunto dos cursos de Engenharia Mecânica e Agronomia, no Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CEDETEC), e em laboratório do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, localizada na cidade de Cascavel, região Oeste do Paraná. O modelo de tratamento estatístico utilizado será o Delineamento Internamente Casualizado (DIC), com 6 tratamentos (Papel Kraft, Ráfia, Caixa de leite longa vida, Manta isolante de alumínio, EPS + Manta de Al, EPS duplo + Manta de Al), e para cada tratamento será utilizada 4 repetições, e em armazenamento crítico, com temperaturas variando entre 6 a 35°C. Os revestimentos de EPS (poliestireno expandido) foram confeccionados com placas de 20mm. As sementes foram tratadas com o inoculante e armazenadas durante 30 na temperatura de 11°C, posteriormente separadas em tratamentos e armazenadas por 15 dias nas condições críticas (6 a 35°C). Após o período de armazenamento, as sementes foram germinadas em vasos, no período de 30 dias após a emergência das plântulas. A análise foi realizada por meio da contagem dos nódulos nas raízes, onde foi possível a determinação de quais tratamentos obtiveram melhores resultados. Dentre os materiais isolantes o EPS duplo + Alumínio demonstrou uma diferença significativa, nas medias das embalagens de Papel Kraft e Ráfia, no teste de Tukey a 5% de significância.

Palavras chave: *Bradyrhizobium*; Simulação de armazenamento; Fixação biológica; Transferência de calor.

ABSTRACT

The inoculant bacterium *Bradyrhizobium* has been used over the years as a biological nitrogen fixer, but it is difficult to store the inoculated seed with a limiting factor: high temperatures. This work will analyze different types of thermal coatings for storage of inoculated and pelleted soybean seeds. The work was carried out in an interdisciplinary way, in conjunction with the Mechanical Engineering and Agronomy courses, at the Technological Development Center (CEDETEC), and in the laboratory of the Assis Gurgacz Foundation University Center, located in the city of Cascavel, western Paraná. The model of static treatment used will be the Internally Delineated Design (DIC), with 6 treatments (Kraft Paper, Raffia, Long Life Milk Carton, Aluminum Insulation Blanket, EPS + Al Blanket, Double EPS + Al Blanket), and for each treatment will be used 4 replicates, and in critical storage, with temperatures ranging between 6 to 35 ° C. The coatings of EPS (expanded polystyrene) were made with 20mm plates. The seeds were treated with the inoculant and stored for 30 ° C at 11 ° C, subsequently separated into treatments and stored for 15 days under critical conditions (6 to 35 ° C). After the storage period, the seeds were germinated in pots, in the period of 30 days after the emergence of the seedlings. The analysis was performed by counting the nodules in the roots, where it was possible to determine which treatments obtained the best results. Among the insulating materials, the double EPS + Aluminum showed a significant difference in the means of Kraft Paper and Raffia Packaging in the Tukey test at 5% of significance.

Keywords: Bradyrhizobium; Storage simulation; Biological fixation; Heat transfer.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Condutibilidade térmica e espessura dos materiais.....	12
Tabela 2 – Dimensões das embalagens e resistência térmica.....	13
Tabela 3 – Média de nódulos nas raízes.....	19
Tabela 4 – ANOVA.....	20
Tabela 5 – Teste de Tukey (5%).....	20
Tabela 6 – Temperaturas máximas e mínimas de armazenamento.....	22
Tabela 7 – Simulação de carga térmica.....	22
Tabela 8 – Tempo de equilíbrio térmico.....	23

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Embalagens.....	11
Imagem 2 – Embalagem EPS + Manta de Alumínio.....	13
Imagem 3 – Embalagem EPS duplo + Manta de Alumínio.....	14
Imagem 4 – Temperatura inicial de armazenamento.....	15
Imagem 5 – Distribuição de sementes no vaso.....	15
Imagem 6 – Plantas após 30 dias de emergência.....	16
Imagem 7 – Nodulação da Soja.....	16
Imagem 8 – Limpeza das raízes da Soja.....	19
Imagem 9 – Relação Entre Resistencia Térmica e Número de Nódulos.....	21

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Condutibilidade térmica.....	6
Equação 2 – Resistência térmica.....	7
Equação 3 – Associação de resistências em série.....	7
Equação 4 – Associação de resistências em paralelo.....	7
Equação 5 – Teste de Hartley.....	9
Equação 6 – Carga térmica.....	17
Equação 7 – Fluxo de calor por carga térmica.....	17
Equação 8 – Fluxo de calor por resistência térmica.....	17
Equação 9 – Tempo de equilíbrio térmico.....	17
Equação 10 – Volume de um prisma.....	18
Equação 11 – Massa de grãos.....	18

LISTA DE SÍMBOLOS

K	Condutibilidade térmica
a	Difusividade
c	Calor específico
ρ	Densidade
R	Resistencia térmica
L	Espessura
F	Numero de Hartley
σ^2	Variância
q	Carga térmica
m	Massa
ΔT	Diferença de temperatura
Q	Fluxo de calor
V	Volume
b	Largura da base
l	Comprimento
h	Altura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVO.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 INOCULAÇÃO DA SOJA	3
2.2 ARMAZENAMENTO DA SEMENTE	4
2.3 PELETIZAÇÃO.....	4
2.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR.....	5
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	8
3 METODOLOGIA	10
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	10
3.2 LOCAL E DADOS DO EXPERIMENTO	10
3.3 OBJETO DE ESTUDO	10
3.4 TRATAMENTOS	11
3.5 ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES.....	14
3.6 ANÁLISE DO GANHO DE CARGA TÉRMICA	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVO

Comparar isolantes térmicos para armazenamento de sementes de soja com inoculante longa vida, e analisar se o isolante evitou a morte da bactéria inoculante *Bradyrhizobium*.

1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil a evolução da agricultura sempre está em ascensão, buscando novos métodos e meios de obter um melhor rendimento na produtividade, de modo viável, e principalmente sustentável.

O uso de inoculantes na semente da cultura da soja é a principal fonte de nitrogênio para grandes produções. Esse uso vem crescendo gradativamente a cada ano, pois, está mostrando resultados satisfatório de produtividade, além de melhorar a qualidade microbiana do solo, e por ter um custo de implantação relativamente baixo. Porém o mercado propôs os inoculantes longa vida, que são os usados junto com o tratamento de semente, podendo durar diversos dias, dependendo do tipo de embalagem, e o lugar de armazenagem das sementes (RIZOBACTER, 2017).

A cultura da soja é uma das principais culturas econômicas para o mundo, devido ao poder da oleaginosa para a agroindústria. Houve um grande aumento de área plantada nos últimos anos, e altos investimentos em tecnologias visando altas produtividades. (SEAB e DERAL, 2012). O surgimento da cultura foi a 5000 mil anos atrás no continente asiático, descoberta pelo pai da agricultura Shen-nung. No século XI a.C., se deu início aos primeiros vestígios de melhoramento genético, que se deu pelo cruzamento natural entre duas espécies selvagens de soja realizada pelos cientistas chineses (APROSOJABRASIL, 2014).

Os primeiros registros de soja no Brasil foram no ano de 1882 trazida por Gustavo D'Utra na Bahia, Os melhores resultado de produção se deram a partir do ano de 1908, quando os imigrantes japoneses trouxeram cerca de 50 variedades norte-americanos para trabalhar com o melhoramento genético. Nos anos 70 e 80

houve um aumento significativo de expansão, que foi quando a cultura da soja passou a ser plantada em todo o país (CÂMARA, 2011).

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de soja do país perdendo apenas para os Estados Unidos, e é o maior exportador de soja do mundo. A área plantada no Brasil é de 35.046,5 mil hectares um aumento de 3,4% em relação à safra 16/17, a produção final estimada é de 113024,60 mil toneladas (CONAB, 2018). Os maiores estados produtores de soja é o mato grosso, Paraná e rio grande do sul (EMBRAPA, 2017).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 INOCULAÇÃO DA SOJA

Para se obter um desenvolvimento satisfatório na cultura da soja, é necessário que esta, receba a quantidade mínima dos nutrientes essenciais, no qual o nitrogênio é o que se necessita em maior quantidade. Para que a produção chegue a 3000 kg/há, serão necessário 240 kg de nitrogênio, dos quais 195 kg serão extraídos pelos grãos das lavouras (HUNGRIA et al., 2001).

Há diversas formas de fornecer o nutriente para as plantas, através da decomposição da matéria orgânica, fertilizantes nitrogenados ou pela inoculação na semente de soja. Na inoculação da semente, a soja irá fazer a fixação biológica, que é realizada pela bactéria que pertence ao grupo *Bradyrhizobium*, que irá formar estruturas nas raízes da soja, chamada de nódulos (CAMPOS et al., 2001).

A formação dos nódulos começa quando as sementes estão germinando e suas raízes exsudam moléculas que atraem quimicamente os rizóbios, que iram causar modificações nos genes das plantas e bactérias, e outras estipulam o crescimento dos nódulos após entrarem nas raízes onde ficam armazenadas, ou seja, capturam nitrogênio do ar e após sua redução em forma de assimiláveis, se torna disponível para a planta. Os nódulos quando estão em plena atividade, ficam com a coloração rósea intensa na parte interna (HUNGRIA et al., 2001).

O uso de inoculantes para o primeiro ano de cultivo de soja, se mostra muito importante, ainda mais consorciada com o tratamento de inseticidas, fungicidas e micronutrientes juntos na semente que irá proporcionar uma maior nodulação, de preferência o uso do inoculante turfoso. Nas áreas com o histórico de vários anos de cultivo de soja, o uso de inoculante pode ser diminuído, e recomenda-se o uso de inoculante líquido no suco. (VIEIRA NETO et al., 2008). Da mesma forma Costa (2013) aponta a relação do consorcio da inoculação com o uso de fungicidas.

Segundo Passos (2013), existe uma legislação do ministério da agricultura pecuária e abastecimento (MAPA), que exige o mínimo de 1.000.000.000 (1×10^9) e bactérias viáveis por gramas ou ml do produto. A recomendação para áreas de

cultivo de primeiro ano é de 2.400.000 bactéria por semente e em áreas onde já é cultivado soja é recomendado 1.200.000 bactérias por semente.

Além das recentes pesquisas os princípios básicos da inoculação de sementes não têm mudado no meio século que têm sido comumente praticados, o trabalho de Norris et al. (1970) demonstra que os métodos são praticamente os mesmos.

2.2 ARMAZENAMENTO DA SEMENTE

Segundo Demito e Afonso (2009), a semente de soja deve ser resfriada artificialmente, armazenada em embalagem de polipropileno e armazenada em temperatura ambiente menor que 20 graus. Esta embalagem proporciona pouca variação de temperatura interna da temperatura da semente, mantendo uma temperatura estável para um bom armazenamento.

O sucesso no estabelecimento das bactérias na cultura é fundamental que se tenha um armazenamento adequado após a inoculação na semente, para proporcionar uma vida mais longa as bactérias (LIMA FILHO e TSAI, 2006). Deste modo a vida dessa bactéria tem uma condição limitante importante, a temperatura, que segundo Figueiredo et al. (1995) este mesmo inoculante tem um decréscimo de rendimento se conservado em temperaturas mais altas. Assim se torna necessário o cálculo de transferência de calor em alguns casos.

Pouco se estuda sobre o prolongamento da vida desta bactéria, e sabendo que em condições ambientes é muito curta, uma forma de prolongar sua vida e assim possibilitar o armazenamento da mesma, é peletizar a semente, de modo a criar um ambiente confortável para a bactéria (RIZOBACTER, 2017).

2.3 PELETIZAÇÃO

Segundo Oliveira et al. (2003) a peletização é uma película envolta a semente, com diferentes tipos de aplicação. Realizaram estudos com diferentes tipos de revestimentos para peletização de sementes de tomate, utilizando

microcelulose + calcário e microcelulose + areia. Como adesivo, foi utilizado a cola Cascorex - PVA (20%). Chegaram a conclusão que a peletização é uma forma de proteger a semente e facilitar seu manejo.

Já Vasconcellos et al. (2000) utilizaram outros dois tipos de materiais para peletização em sementes de sorgo: calcário e termofosfato magnésiano, e ainda demonstram que com estes tipos de revestimentos houve uma maior absorção de potássio (K) e fósforo (P).

Dentre os diversos tipos de peletização pode-se usar o tipo que lhe for mais viável, segundo Mendonça et al. (2007), em seu trabalho foi testado a peletização em sementes de milho, com doze materiais de enchimento: calcários 1 e 2, caulim, carvão vegetal ativado, areia, vermiculita, fubá de milho, farinha de trigo, polvilho de mandioca, amido de milho, celite e terra de diatomáceas; dois cimentantes: goma arábica e cascorez extra; e seis corantes: tintas guache, acrílica, plástica e para tecido, corante para alimento e gelatina. Todas estas opções não comprometeram o desenvolvimento das plântulas e posteriormente seu desenvolvimento, e ainda assim forneceu uma grande facilidade na hora do plantio, por conta da peletização.

Além de fornecer proteção e facilidade no plantio em algumas culturas, a peletização também pode servir de alimento a bactérias inoculantes, transformando-as assim em inoculantes longa vida. É o caso do kit Granouro® (Gelfix 5 + S30 + Adhere® HC), que em sua composição apresenta o polímero S30 fornecendo alimento à bactéria (BASF, 2018).

2.4 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Segundo Zanella Junior (2015), a transferência de Calor é energia transmitida devido a uma diferença de temperatura, assim sempre que existir uma diferença de temperatura de um meio para outro, ocorrerá transferência de calor.

Para feitos de transferência de calor, por condução, a relação tempo/temperatura de um produto agrícola pode ser calculada se as condições de abrangência de transferência de calor, e a geometria do produto agrícola, forem modificáveis matematicamente, e se a constante de difusividade térmica do produto

agrícola for conhecida. O maior obstáculo para a aproximação matemática é a falta de dados das propriedades térmicas dos produtos agrícolas (CAMARRATA et al., 2001).

Em determinadas situações ocorre a transferência de calor em regime transiente, a difusividade térmica aparente tem fundamental importância no projeto de equipamentos, e na análise dos produtos agrícolas. A transferência de calor interna em uma massa de sementes detém suas complexidades devido às diferenças na composição física, química, teor de água, e porosidade (BORÉM et al., 2002).

Seguindo esta linha Gama et al. (2011) trazem em sua pesquisa que a umidade da semente interfere diretamente na difusividade térmica da mesma, sendo necessário o controle de temperatura, e umidade para este experimento.

O calor pode ser transmitido por condução, convecção e radiação, sua transferência em uma determinada quantidade de sementes ocorre principalmente por convecção, e em pequena intensidade por condução, sendo estes meios de transmissão de calor as importantes para a estabilidade térmica das sementes (DEMITO e AFONSO, 2009). Ainda, o mesmo autor complementa que pelo princípio da termodinâmica enunciado por Clausius, o calor flui espontaneamente do corpo com maior temperatura para o de menor temperatura, até atingir o equilíbrio térmico.

Levando em consideração a baixa troca de temperatura nas sementes por condução, que é o único meio de propagação de calor da massa da mesma, estas sementes tem baixa condutibilidade térmica, impedindo a rápida troca de calor com o ambiente. Isto pode ser perigoso, caso haja umidade elevada, mas pode também auxiliar na conservação do produto durante o armazenamento (BRAGANTINI, 2005).

Nos cálculos de transferência de calor, para um corpo solido, se da maior importância para três propriedades físicas, a condutibilidade térmica, difusidade térmica e o calor específico (ÇENGEL e GHAJAR, 2012). Estas propriedades estão relacionadas entre si pela Equação 1:

$$K = \alpha \cdot \rho \cdot C_p \quad (1)$$

Onde: k = condutibilidade térmica (W/mK), α = difusividade térmica (m²/s), ρ = densidade (kg/m³) e C_p = calor específico (J/kg K).

Para a seleção de um material, quando voltamos o foco para transferência de calor, é preliminarmente considerado a sua condutividade térmica, assim dizemos que um material retém mais calor quando a sua condutividade térmica é menor. Desse modo Dos Santos & Gregório Filho (2004) aponta essa característica como essencial no desempenho de materiais em muitas aplicações.

Çengel & Ghajar (2012) relacionam a condutividade térmica com a espessura e área de um material, formando assim a resistência térmica (Equação 2, 3, 4). Esta resistência térmica pode ser comparada a resistência elétrica, uma vez que a combinação de resistências pode ser apresentada em forma de série, ou paralelo (ZANELLA JUNIOR, 2015).

$$R = \frac{L}{k \times A} \quad (2)$$

Associação em série:

$$R = R1 + R2 + R3 + Rn \quad (3)$$

Associação em paralelo:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3} + \frac{1}{Rn} \quad (4)$$

Onde: R = resistência térmica (K/W), L = espessura (m), k = condutividade térmica (W/mK) e A = área superficial (m²).

Se analisarmos a resistência térmica ao invés da condutividade térmica, podemos fazer uma comparação de dois materiais com espessuras e áreas superficiais diferentes, facilitando o cálculo e a própria interpretação.

Existem diversos tipos de materiais isolantes, dentre eles um dos mais conhecidos é o EPS (poliestireno expandido), conhecido como isopor, podendo ser aplicado em diversas áreas e práticas. É feito de um polímero expandido em forma de um aglomerado de grânulos (MANO & MENDES, 1999).

Segundo Souza (2002) o EPS pode apresentar uma condutibilidade térmica de 0,03 W/mK, com uma densidade de 10 a 30 Kg/m³. Já a NBR 15220-2 (2005) apresenta para o EPS uma condutividade térmica de 0,04 W/mK, com uma densidade de 15 a 30 Kg/m³. Para fins de cálculo vamos considerar uma condutividade térmica de 0,035 W/mK.

As embalagens cartonadas longa vida são uma boa forma de utilizar um isolante térmico de forma sustentável e barata, reciclando caixas de leite, suco e outros produtos. As embalagens cartonadas longa vida são constituídas por papelão, polietileno e de alumínio, divididas em várias camadas, geralmente na espessura de 0,5mm (TETRA PAK®, 2018).

Para este tipo de material Cunha (2011) realizou testes de condutibilidade térmica, obtendo resultado de 0,8099 W/mK, similar a NBR 15220-2 (2005) que fornece o valor de 0,8 W/mK.

Um material utilizado muito em construções civis e facilmente encontrado, é a manta térmica de alumínio, que pode ser facilmente instalado e retém boa quantidade de radiação solar (MONTEGUTTI & ANTUNES JUNIOR, 2016). Suas propriedades térmicas se assemelham a uma folha de alumínio de cozinha, que sua condutibilidade térmica foi calculada no trabalho de Michels (2007), com o valor de 0,178 W/mK.

Segundo Gralik (2008) as sacas de grãos geralmente são dispostas em ráfia, que pode ser composta de fibra vegetal ou de polímeros, as de polímeros são formadas de 95% de Polipropileno (PP) e 5% de Polietileno (PE). Segundo PROTOLAB (2018) ambos os polímeros apresentam uma condutibilidade térmica de 0,17 W/mK.

Para materiais isolantes o foco fica em torno da condutividade térmica, porém para materiais porosos é necessário se dar atenção a sua permeabilidade, pois a troca de gases pode afetar a troca térmica, por meio da convecção (LITOVSKY et al., 1996).

Segundo Vivaldini (2014), a permeabilidade de um material é uma medida macroscópica, em que um fluido tem a facilidade de passar através de um corpo.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em trabalhos de cunho científico o uso de ferramentas estatísticas auxilia na análise e interpretação de dados obtidos, uma destas ferramentas é o Software Excel. Neste Software uma das ferramentas básicas da estatística experimental é a ANOVA, que facilita as análises das variâncias (MARTINS, 2005).

Para comprovar estatisticamente que existe ou não homogeneidade das variâncias, e consequentemente algum dos grupos em estudos, se mostra com uma diferença estatística, podemos utilizar o teste de Hartley (teste F), onde se compara a variância máxima e mínima dos grupos. A variância máxima sobre a variância mínima obrigatoriamente terá que ter um valor maior que o tabelado, de acordo com o grau de liberdade, para que os grupos demonstrem uma diferença estatística (RODRIGUES & LEMMA, 2009). O F calculado pode ser expresso da seguinte forma (Equação 5):

$$F_{cal.} = \frac{\sigma^2_{Max.}}{\sigma^2_{Min.}} \quad (5)$$

Ainda segundo Rodrigues & Lemma (2009), o teste F pode ser comprovado através do teste de Shapiro-Wilk (p-valor), que obrigatoriamente terá que ter um valor menor que o da significância para que se comprove a anormalidade das populações. Ambos os valores, teste F e p-valor, podem ser obtidos através da ANOVA, no Software Excel (MARTINS, 2005).

Para uma análise estatística completa podemos utilizar o teste de Tukey, que serve para análise das médias dos grupos estudados. Com esta análise podemos ter a certeza que os tratamentos pertencem ou não ao mesmo grupo, em um certo nível de significância (RODRIGUES & LEMMA, 2009).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

O tipo de pesquisa foi de experimentação qualitativa e exploratória, tendo em conta que o estudo pretendeu dimensionar e calcular a troca térmica de um isolante térmico, e também, está explorando um novo campo de pesquisa pouco estudado: o armazenamento de sementes inoculadas longa vida.

3.2 LOCAL E DADOS DO EXPERIMENTO

O trabalho foi realizado no Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CEDETEC) dentro da fazenda escola, no Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz (FAG), localizada no município de Cascavel-PR, com latitude 24°56'44" S, longitude 53°30'29" O, e altitude de 692 metros, no período de Junho a Setembro de 2018.

Este trabalho contou com uma parceria multidisciplinar entre os cursos de Engenharia Mecânica e Agronomia, ambos da mesma instituição. O orientador do projeto será o professor Eliseu Zanella Junior, juntamente com o coorientador, professor Joselito Nunes.

3.3 OBJETO DE ESTUDO

As sementes de soja inoculadas foram colocadas em condições de simulação de armazenamento em propriedade rural, em diversas embalagens. O local de armazenamento está sujeito a condições de temperaturas críticas, uma vez que este recebe sol, chuva e frio, apenas protegidas por suas embalagens (tratamentos), e uma estruturas sob telhas de fibrocimento.

Para o *Bradyrhizobium* será utilizado inoculante líquido, produto com o nome comercial kit Granouro® da empresa BASF (Gelfix 5 + S30 + Adhere® HC), é um

inoculante biológico longa vida, que pode ser utilizado em sementes até 45 dias antes do plantio, sem impactar e causar prejuízo na nodulação da soja, sendo composto por bactérias, alimento para bactérias e protetor. As bactérias presente nesse produto é do gênero *elkanii* SENIA 587 e SENIA 5019, com a concentração 5×10^9 UFC/ml. A dosagem recomendada pela fabricante é 1 ml de produto para quilo de semente.

Para aferição da temperatura foi utilizado um termômetro digital da marca Incoterm®, modelo 0212.

3.4 TRATAMENTOS

O armazenamento foi realizado sob condições de temperaturas críticas, variando entre 6 a 35 °C.

Tratamentos – Embalagem (Figura 1)

- T1 – Papel Kraft (Testemunha)
- T2 – Ráfia (Testemunha)
- T3 – Caixa de leite (Tetra Pak)
- T4 – Manta de Alumínio
- T5 – Poliestireno expandido (EPS) + Manta de Al
- T6 – Poliestireno expandido (EPS) duplo + Manta de Al

Figura 1 – Embalagens.



Fonte: Autor (2018)

A escolha do local de armazenamento critico se baseia em um galpão com telhas de fibrocimento, semelhante as propriedades rurais, onde se armazenam as sacas de soja antes do plantio.

As embalagens escolhidas trazem em vista a comparação de sacas tradicionais (papel Kraft e ráfia), e embalagens alternativas isolantes, como caixa de leite (Tetra Pak), e manta de alumínio para constru  o civil, que são facilmente encontrados e disponibilizados. Já as embalagens confeccionadas de EPS e manta alumínio servem de simula  o para a cria  o de outras embalagens futuras.

Este estudo pretende trabalhar diretamente com a resistência térmica dos materiais (R), relacionando o coeficiente de condutibilidade térmica (K), a área da superfície (A), e a espessura do material (L). Segundo a equa  o 2 podemos obter a resistência térmica de cada material.

Dentre os materiais utilizados, a Tabela 1 fornece os valores da condutibilidade térmica e espessura.

Tabela 1 – Condutibilidade Térmica e Espessura dos Materiais.

Material	Condutibilidade térmica (W/mK)	Espessura (mm)
Papel Kraft	0,1035	0,1
Ráfia	0,17	0,15
Embalagem Tetra Pak	0,8	0,5
Manta de Alumínio	0,178	0,125
EPS	0,035	20

Fonte: Autor (2018)

O valor de condutividade térmica do Papel Kraft não foi encontrado, porem   engel & Ghajar (2012) concluíram que a condutividade do papel comum    0,1035 W/mK. Podemos considerar o mesmo valor para ambos, pois suas propriedades físicas são semelhantes.

Para dimensionamento e organiza  o das amostragens, foram utilizadas amostras de 500 gramas de semente para cada tratamento. Nesse sentido as embalagens foram dimensionadas para ocupar esta massa.

De acordo com a condutividade térmica de cada material, foi possível calcular a resistência térmica (Tabela 2).

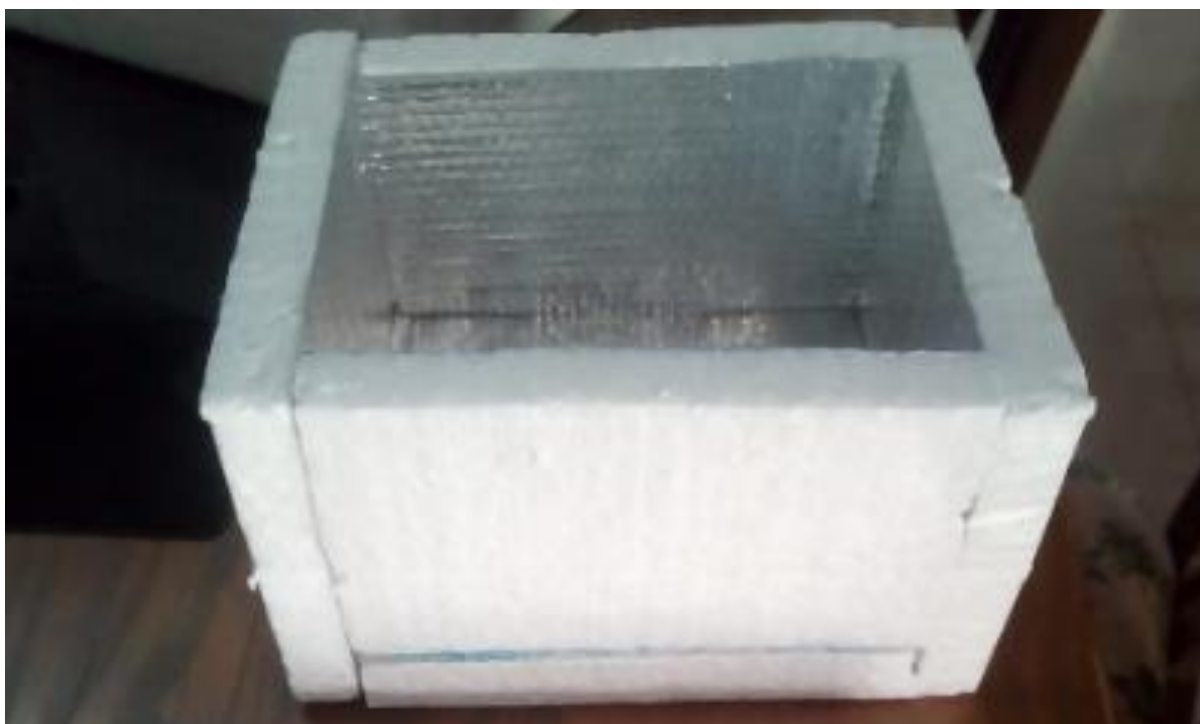
Tabela 2 – Dimensões das embalagens e Resistência Térmica.

Embalagem	Dimensão (cm)	Resistencia Térmica (K/W)
Papel Kraft	13 x 13 x 7	0,018127
Ráfia	13 x 13 x 7	0,01655
Caixa de leite (Tetra Pak)	15,5 x 7,5 x 7	0,01618
Manta de Alumínio	25 x 5 x 4	0,018726
EPS + Manta de Al	16 x 14 x 8	8,126855
EPS duplo + Manta de Al	16 x 14 x 8	16,243735

Fonte: Autor (2018)

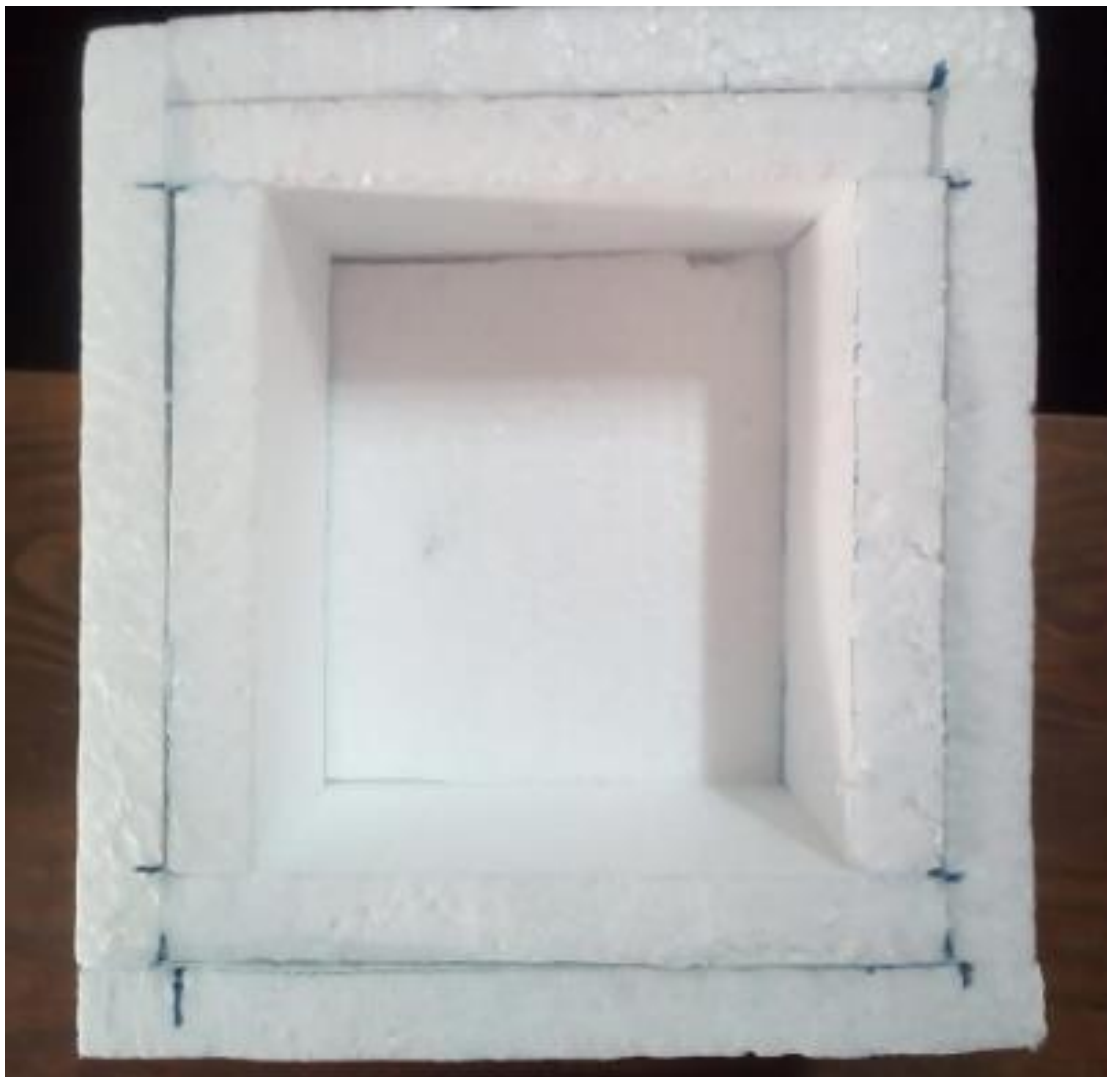
As embalagens confeccionadas com EPS demonstram apenas as dimensões internas na tabela 2, porém, contem dimensões externas diferentes. Cada placa de EPS contém a espessura de 20mm, sendo assim a com duplo EPS contem 2 placas de 20mm, com o alumínio isolante entre as placas (Figura 2 e 3).

Figura 2 – Embalagem EPS + Manta de Alumínio.



Fonte: Autor (2018).

Figura 3 – Embalagem EPS duplo + Manta de Alumínio.



Fonte: Autor (2018)

3.5 ARMAZENAMENTO E GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Como a vida da bactéria inoculante é de 45 dias, decidiu-se separar o armazenamento das sementes em 2 fases, assim, podendo utilizar o período máximo da vida da bactéria sem que haja morte total ou parcial da mesma.

Dessa forma, o grupo de sementes inoculadas foi armazenado em local refrigerado a 11°C (Figura 4), no período de 30 dias. Após esse período estas sementes foram divididas e acondicionadas as embalagens, em forma dos tratamentos apresentados, e armazenadas sob condições críticas de armazenamento, durante o período de 15 dias, totalizando assim 45 dias.

Figura 4 – Temperatura inicial de armazenamento.



Fonte: Autor (2018).

Após o período de armazenamento, as sementes foram semeadas em vasos com terra, sendo 4 vasos para cada tratamento. Em cada vaso foram colocadas 5 sementes, de forma a dar uma melhor abrangência estatística (Figura 5). Destas 5 sementes, após emergência das mesmas, foi deixado apenas 2 plântulas por vasos.

Figura 5 – Distribuição de sementes no vaso.



Fonte: Autor (2018)

Figura 6 – Plantas após 30 dias de emergência.



Fonte: Autor (2018)

Os tratamentos permaneceram 30 dias nos vasos, após as plântulas emergirem, desenvolvendo assim raízes e possibilitando a contagem de nódulos nas sementes (Figura 6).

Figura 7 – Nodulação da soja.



Fonte: Autor (2018)

Para determinação da morte das bactérias e a eficiência dos isolantes térmicos, foi feita a quantificação desses nódulos na raízes das plantas geminadas, como observamos na Figura 7 (HUNGRIA et al., 2001; CAMPOS et al., 2001).

3.6 ANÁLISE DO GANHO DE CARGA TÉRMICA

Em termos de transferência de calor cada material já teve a sua resistência térmica calculada (Tabela 2), assim, calculamos a carga térmica de acordo com o calor disponível no armazenamento. Segundo Çengel & Ghajar (2012) podemos obter a carga térmica recebida, pela equação:

$$q = m \times Cp \times \Delta T \quad (6)$$

Este corpo adquire calor dentro de um certo período de tempo, de dividirmos a carga térmica ganha pelo período de transferência, obtemos o fluxo de calor:

$$Q = \frac{q}{\Delta t} \quad (7)$$

Também podemos relacionar o fluxo de calor com a resistência térmica de um material, desta forma um material se torna um isolante térmico. A equação 8 traz esta relação:

$$Q = \frac{\Delta T}{R} \quad (8)$$

Relacionando a equação 7 com a equação 8, obtemos a seguinte relação:

$$\Delta t = \frac{q \times R}{\Delta T} \quad (9)$$

A equação 9 é capaz de nos fornecer o tempo necessário para atingir o equilíbrio térmico, entre a temperatura de armazenamento e a temperatura interna de cada material isolante.

A carga térmica recebida (equação 6) se refere a diferença de temperatura do ar ambiente, com a temperatura do ar interno de armazenamento. Segundo Çengel & Ghajar (2012) ele traz os seguintes dados das propriedades termodinâmicas do ar: $\rho=1,169 \text{ Kg/m}^3$ e $Cp=1,004 \text{ KJ/KgK}$. Sabendo também que a massa específica (dada

em Kg/m³) relaciona massa e volume, podemos obter a massa total do ar interno de armazenamento, de acordo com o seu volume.

A estrutura de armazenamento é o forro de uma casa residencial, com as seguintes dimensões: b=10m, h=1,5m e l=13,5m, formando a figura de um prisma. Com estas dimensões é possível calcular o volume interno total do armazenamento, segundo a equação, e posteriormente a massa de ar:

$$V = \frac{b \times h}{2} \times l \quad (10)$$

$$m = \rho \times V \quad (11)$$

Ambos os cálculos de fluxo de calor desconsideraram o coeficiente de película na troca térmica por convecção, pois o local de armazenamento é fechado e o ar está estático, assim considerando teoricamente, a temperatura de armazenamento interna a mesma em todos os pontos, inclusive na superfície da embalagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após período de armazenamento e emergência das plantas, estas foram retiradas dos vasos e lavadas, para que facilitasse a contagem dos nódulos (Figura 8).

Figura 8 – Limpeza das raízes da Soja.



Fonte: Autor (2018)

A contagem aconteceu de forma manual, e apresentando os seguintes resultados preliminares (Tabela 3).

Tabela 3 – Média de nódulos nas raízes.

Tratamentos					
T1	T2	T3	T4	T5	T6
20,5	21,5	23	29,75	31,75	37,5

Fonte: Autor (2018)

Para análise estatística dos dados foi utilizado o software Excel, realizando assim a ANOVA, e o teste de Tukey (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4 – ANOVA.

Fonte de Var.	SQ	GL	MQ	F cal.	Valor P	F tab.
Tratamentos	912,833	5	182,567	3,7578	0,016634	2,77285
Resíduos	847,5	18	48,5833			
Total	1787,33	23				

Fonte: Autor (2018)

Podemos observar na Figura 1 o F calculado se representou menor que o F crítico, demonstrando assim pelo teste das variâncias que existe diferença significativa no experimento. Assim como o valor P que se apresentou menor que 0,05, confirmando assim que a diferença significativa existe.

Tabela 5 – Teste de Tukey (5%)

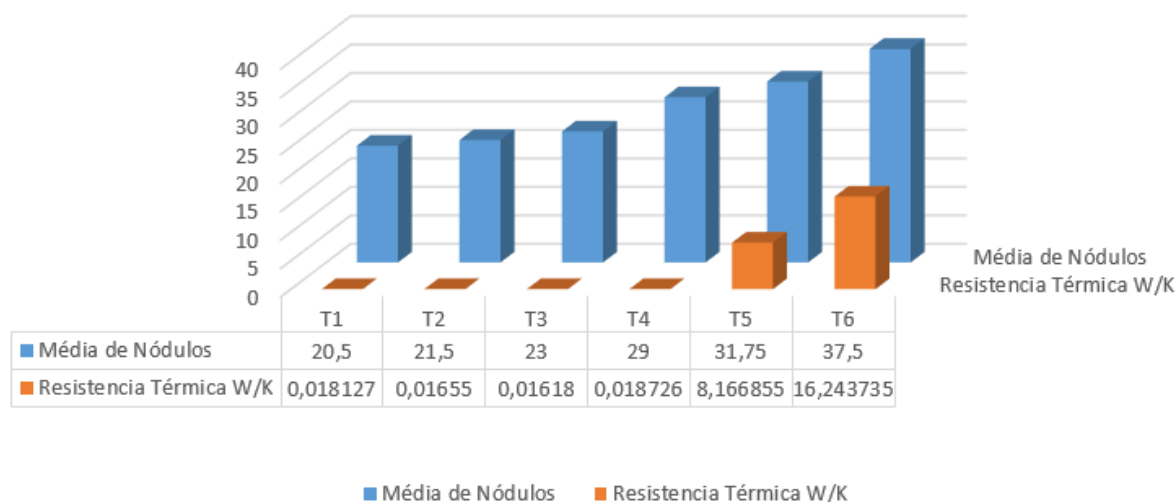
Tratamento	Grupo
Papel Craft	a
Rafia	a
Manta de Alumínio	ab
Caixa de Leite	ab
EPS + Alumínio	ab
EPS Duplo + Alumínio	b

Fonte: Autor (2018)

Como observado na Tabela 5, no teste de tukey, o tratamento 6 demonstrou-se diferente das medias dos tratamentos 1 e 2, com 5% de significância. Estes tratamentos se referem ao EPS duplo com alumínio, papel craft e ráfia, respectivamente. Demonstrando assim que o isolante térmico contribuiu para a prolongamento da vida da bactéria inoculante *Bradyrhizobium*.

Relacionando a resistência térmica de cada material, e a quantidade de nódulos obtidos nas raízes (Figura 9), podemos observar que a temperatura interfere no ciclo de vida da bactéria inoculante, no período de armazenamento.

Figura 9 – Relação Entre Resistencia Térmica e Número de Nódulos.



Fonte: Autor (2018)

Ainda, na Figura 8, podemos observar que o Papel Kraft e a Rafia obtiveram a menor quantidade de nódulos, mesmo apresentando resistência térmica similar às embalagens Longa Vida Cartonada e Manta Térmica de Alumínio.

Essa diferença pode ser explicada quando analisamos as embalagens, podemos notar que o Papel Kraft e a Ráfia são embalagens porosas, que permitem a permeabilidade do ar, facilitando assim a troca térmica por meio da convecção (VIVALDINI, 2014; LITOVISKY et. al., 1996).

Durante o armazenamento em condições críticas, período de 15 dias, obtivemos valores de temperatura máxima de 35°C e mínima de 6°C. A Tabela 6 demonstra as temperaturas diárias de máxima e mínima e as temperaturas coletadas no ambiente de armazenamento.

Tabela 6 – Temperaturas máximas e mínimas de armazenamento.

Período de Armazenagem	Temperaturas (°C)			
	Máxima do Ambiente	Mínima do Ambiente	Máxima do Armazenamento	Mínima do Armazenamento
30/jul	16	6	25	8
31/jul	15	5	22	7
01/ago	16	5	22,5	6
02/ago	20	7	26	8
03/ago	19	11	25	12
04/ago	17	8	28	9
05/ago	15	3	27	6
06/ago	18	4	33	7
07/ago	22	8	30	10
08/ago	19	8	21	14
09/ago	9	6	22	7
10/ago	12	3	29	9
11/ago	15	3	33,5	9
12/ago	12	7	34	12
13/ago	24	9	35	19

Fonte: SIMEPAR (2018)

Com estes dados podemos calcular a carga térmica do ar interno de armazenamento, utilizando a equação 6, 10 e 11. Para este cálculo consideramos as temperaturas máximas ambiente (24°C) e interna de armazenamento (35°C), de modo a definir de forma teórica, um fluxo de calor constante.

Tabela 7 – Simulação de carga térmica.

Diferencial de Temperatura	(35 – 24) °C
Volume de Ar	202,5 m ³
Massa de Ar	236,72 Kg
Calor Especifico	1,004 KJ/KgK
Carga Térmica	2614,36 KJ

Fonte: Autor (2018)

A Tabela 7 simula uma condição crítica permanente. Agora, se compararmos a carga térmica simulada e o isolante térmico, de acordo com a equação 9, podemos encontrar um tempo de equilíbrio térmico entre a temperatura interna de armazenamento, e a temperatura interna da embalagem (Tabela 8).

Para este cálculo devemos considerar a temperatura interna de armazenamento e a temperatura interna da embalagem como 35°C e 11°C, respectivamente.

Tabela 8 – Tempo de equilíbrio térmico.

Embalagem	Resistencia Térmica (K/W)	Tempo estimado de equilíbrio térmico
Papel Kraft	0,018127	33 min*
Ráfia	0,01655	30 min*
Caixa de Leite (Tetra Pak)	0,01618	29,4 min
Manta de Alumínio	0,018726	34 min
EPS + Alumínio	8,126855	10d e 6h
EPS duplo + Alumínio	16,243735	20d e 12h

Fonte: Autor (2018) *Embalagens porosas (testemunhas), que estão sujeitas a maior ganho de carga térmica por apresentar maior permeabilidade de gases.

A simulação da Tabela 8 demonstra como as altas resistências térmicas tem um grande impacto no ganho de carga térmica. Um fator pouco levado em consideração por parte dos produtores rurais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dos materiais analisados, obteve-se um resultado satisfatório do material isolante EPS duplo + Manta de alumínio, em relação ao Papel Kraft e a Ráfia. O número de nódulos nas raízes das plantas foi superior e atendendo ao teste de Tukey apresentou diferença das médias a nível de 5% de significância.

Também pode-se analisar que existiu uma relação direta entre a resistência térmica e o número de nódulos nas raízes. Entretanto as embalagens testemunhas (Papel Kraft e Ráfia) tiveram um pior desempenho, pois são materiais porosos, que possibilitam a troca de ar externo com o ar interno à embalagem.

Essas diferenças demonstram que a temperatura é um fator crucial no armazenamento de sementes inoculadas com *Bradyrhizobium*, e dando possibilidades para a construção de isolantes térmicos para o armazenamento adequado destas sementes.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como as pesquisas com o inoculante longa vida e seu armazenamento ainda são poucas, podemos listar algumas sugestões de novas abrangências:

- Comparativos com períodos diferentes de armazenamento;
- Comparativos com diversas temperaturas de armazenamento;
- Relação tempo x temperatura no armazenamento;
- Tipos diferentes de culturas, ou com outros *Rizobiuns*.

REFERÊNCIAS

- APROSOJABRASIL. **A História da Soja**. AprosojaBrasil. 2014. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-da-soja/>>. Acesso em: 22 de maio de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico de Edificações – Parte 1: Definições, Símbolos e Unidades. Rio de Janeiro, 2003.
- BASF. **Granadouro®: O Inoculante Longa Vida da Soja**. 2018. Disponível em: <<https://agriculture.basf.com/br/pt/Protec%CC%A7a%CC%83o-de-Cultivos/Granouro.html>>. Acesso em: 3 de outubro de 2018.
- BORÉM, F. M.; ROBEIRO, R. C. M. S.; CORRÊA, P. C.; PEREIRA, R. G. F. A. **Propriedades térmicas de cinco variedades de café cereja descascado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.6, p.475-480, Dez/2002.
- BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio, 28 p, 2005.
- CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao Agronegócio Soja**. Departamento de Produção Vegetal. USP/ESALQ. Nov/2011.
- CAMPOS, B. C.; HUNGRIA, M.; TEDESCO, V. **Eficiência da fixação biológica de N₂ por estirpes de *Bradyrhizobium* na soja em plantio direto**. Rede Nacional para Seleção e Avaliação das Estirpes de Rhizobium e Bradyrhizobium. R. Bras. Ci. Solo, v.25, p.583-592, Abr/2001.
- MICHELS, C. **Análise da Transferência de Calor em Coberturas com Barreiras Radiantes**. 2007. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), UFSC.
- ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Princípios da Termodinâmica**. 4 ed. Editora Mc Graw Hill, 2012.
- CONAB. **Portal de Informações Agropecuárias**. Companhia nacional de abastecimento. 2018. Disponível em: < <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/> >. Acesso em: 22 de maio de 2018.
- COSTA, N. L.; ALCÂNTRA, V. B. G.; PAULINO, V. T.; TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; MAGALHÃES, J. A.; NASCIMENTO, L. E. S.; RODRIGUES, M. J. A. **Resposta de *Cassia rotundifolia* CIAT-7792 à inoculação de micorrizas arbusculares e adubação com fosfato de rocha**. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. Londrina, v.7, no.5, ed. 228, art. 1511, Mar/2013.
- DEMITO, A. & AFONSO, A. D. L. **Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente**. Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.17, no.1, p.7-14, Jan./Fev/2009.
- DOS SANTOS, W. N. & GREGÓRIO FILHO, R. **Método de Fio Quente na Determinação das Propriedades Térmicas de Polímeros**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 14, no. 5, p. 354-359, 2004.
- EMBRAPA. **Soja em números (safra 2016/2017)**. Embrapa Soja. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> >. Acesso em: 22 de maio de 2018.

FIGUEIREDO, M. V. B.; BALATTI, A. P.; FRANÇA, F. P.; BURITY, H. A. **Sobrevivência do *Bradyrhizobium* sp. Quando submetido a diferentes temperaturas de crescimento.** Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.30, n.10, p.1233-1238, out/1995.

GAMA, M. J. A.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ARAGÃO, R. F.; FARIAS, P. A.; **Difusividade térmica aparente de sementes de cajá em temperaturas acima do congelamento até ultrabaixas temperaturas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol.16, no.3, p.303–308, 2012.

GRALIK, G. **Utilizacão da Ferramenta Swot na Pesquisa Qualitativa de Mercado de Produtos de Rafia no Brasil.** 2008. Monografia de Especialização (Pós-Graduação em Administração), UFPR.

HUNGRIA, M. **Efeito das temperaturas elevadas na exsudação de compostos fenólicos que atuam como sinais moleculares na nodulação da soja e do feijoeiro.** Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, São Carlos, vol.5, no.1, p.67, jun/1993.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, L. C. **Fixação Biológica de Nitrogênio na cultura de soja.** Circular Técnica/Embrapa Cerrados no.13, - ISSN, Ago/2001.

LIMA FILHO, O. F.; TSAI, S. M. **Fixação simbiótica de nitrogênio em soja cultivada em perlita e suplementada com silicato de sódio.** Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, Bonito, 2006.

LITOVSKY, E.; SHAPIRO, M.; SHAVIT, A.; **Gas Pressure and Temperature Dependences of Thermal Conductivity of Porous Ceramic Materials: Part 2, Refractories and Ceramics with Porosity Exceeding 30%.** Journal American Ceramic Society, vol.79, no.5, p.1366-1376, 1996.

MANO, E. B. & MENDES, L. C. **Introdução a polímeros.** 2 ed. Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999.

MARTINS, M. E. G. **Introdução à Probabilidade e à Estatística Com complementos de Excel.** Departamento de Estatística e Investigação Operacional da FCUL - Sociedade Portuguesa de Estatística, Jun/2005.

MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, N. M.; RAMOS, N. P. **Revestimento de sementes de milho superdoce (sh2).** Revista Brasileira de Sementes, vol.29, no.2, p.68-79, 2007.

MONTEGUTTI, M. C. & ANTUNES JUNIOR, C. **Análise Comparativa da Eficiência Térmica dos Isolantes.** 16º Congresso Nacional de Iniciação Científica, SEMESP, 2016.

NORRIS, D. O., LOPES, E. S. & WEBER, D. F. **Incorporação de matéria orgânica (“mulching”) e aplicação de péletes de calcário (“pél-leting”) para testar estirpes de *Rhizobium* em experimentos de campo sob condições tropicais.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol.5, p.129-146. 1970.

OLIVEIRA, J. A.; PEREIRA, C. E.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; SILVA, J. B. **Efeito de diferentes materiais de peletização na deterioração de sementes de tomate durante o armazenamento.** Revista Brasileira de Sementes, vol.25, no.2, p.20-27, 2003.

PROTOLAB. **Tabela de Condutividade Térmica de Materiais de Construção**. 2018. Disponível em: <<http://www.protolab.com.br/Tabela-Condutividade-Material-Construcao.htm>>. Acesso em: 25 de outubro de 2018.

RIZOBACTER. **Rizoliq LLI obtém ótimos resultados em testes-piloto em parceria com a Syngenta**. 2017. Disponível em: <<http://www.rizobacter.com.br/noticias/4/produtos/31/rizoliq-lli-obtem-otimos-resultados-em-testes-piloto-em-parceria-com-a-syngenta>>. Acesso em: 15 de maio de 2018.

RODRIGUES, M. I. & LEMMA, A. F. **Planejamento de Experimentos & Otimização de Processos**. 2 ed. Casa do Espírito Amigo Fraternidade Fé e Amor, Campinas – SP, 2009.

SEAB; DERAL. **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária**. Out/2012.

SIMEPAR. **Sistema Meteorológico do Paraná**. Disponível em: <http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/forecast_by_counties/4104808>. Acesso em: 30 de outubro de 2018.

SOUZA, L. G. M. **Viabilidade térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar**. 2002. Tese de Doutorado (Programa de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), UFRN.

TETRA PAK®. **Material de embalagem das embalagens cartonadas Tetra Pak**. Disponível em: <<https://www.tetrapak.com/br/packaging/materials>>. Acesso em: 25 de outubro de 2018.

VASCONCELLOS, C. A.; DURÃES, F. O.; RIBEIRO, R. A.; MAGALHÃES, P. C. **Peletização de sementes de sorgo com calcário e com termofosfato e sua influência na absorção de fósforo e de potássio**. R. Bras. Ci. Solo, vol.24, p.545-551, 2000.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. **Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, vol.32, no.2, Viçosa, Mar/Apr/2008.

VIVALDINI, D. O.; MOURÃO, A. A. C.; SALVINI, V. R.; PANDOLFELLI V. C. **Fundamentos e Materiais Para o Projeto da Microestrutura de Isolantes Térmicos Refratários de Alto Desempenho**. Cerâmica, vol.60, p.297-309, 2014.

PASSOS, A. M. A. **Precisão na inoculação da soja**. Circular Técnica – EMBRAPA, no.138, Porto Velho, Nov/2013.

ZANELLA JUNIOR, E. A. **Notas de Aula: Princípios de Transferência de Calor**. Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, 2015.