

ISSN: 2179-5169

**EDIÇÃO ESPECIAL
CIÊNCIAS AGRÁRIAS
JANEIRO 2023**

TRIVIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

UCP | FACULDADES
DO CENTRO DO
PARANÁ

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM – Revista Eletrônica Multidisciplinar
Revista semestral da Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, UCP
ISSN: 2179-5169

INDEXADA AO DIADORIM

<http://diadorim.ibict.br/handle/1/2665>

INDEXADA AO LATINDEX

Folio 29426

Folio Único 25632

<https://latindex.org/latindex/ficha?folio=29426>

Trivium é a uma publicação semestral da Faculdade do Centro do Paraná, UCP e tem como objetivo publicar artigos, resenhas e ensaios, tanto do público acadêmico interno, quanto da comunidade científica externa. Os trabalhos versam sobre assuntos pertinentes as áreas de Ciências Humanas, Ciências da Saúde, Ciências Agrárias, Ciências Sociais Aplicadas, Exatas e Tecnológicas.

Diretora Geral da Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná – UCP
Jane Silva Bühner Taques

EDITORA-GERENTE

Jane Silva Bühner Taques

COMISSÃO EDITORIAL CIENTÍFICA

CONSELHO EDITORIAL

Jane Silva Bühner Taques

Bruna Rayet Ayub

EDITORES ASSOCIADOS

Argos Gumbowski – UnC

Luis Paulo Gomes Mascarenhas – UNICENTRO

Mary Ângela Teixeira Brandalise – Departamento de Educação – UEPP

Wilson Ramos Filho – UNIGUAÇU

Regilson Maciel Borges – Departamento de Educação – UFLA

REVISORES CIENTÍFICOS AD HOC INTERNOS

Jane Silva Bühner Taques

Andrcia Verlindo

Bruna Rayet Ayub

Paulo Ricardo Soethe

Tatiani Maria Garcia de Almeida

REVISORES CIENTÍFICOS AD HOC EXTERNOS

Adair de Aguiar Neitzel – UNIVALI

Alcimara Aparecida Föetsch – UNESPAR

Aline Lobato Costa – UEPB

Andrea Ad Reginatto – UFSM

Angélica Rocha de Freitas Melhem – UNICENTRO

Argos Gumbowski – UnC

Atilio Augustinho Matozzo – UNIGUAÇU

Breno Marques da Silva e Silva – UEAP

Cândido Simões Pires Neto – Centro Universitário Campo Real

Carla Cláudia Pavan Senn – UFPR

Claudemir de Quadros – UFSM

Cleverson Fernando Salache – UNICENTRO

Cynthia Bailer – FURB

Daniela Pedrassani – UnC

Eduardo Vieira Alano – EMBRAPA CERRADOS

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Eliane Rose Maio – UEM
Elismara Zaías Kailer – UEPG
Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira – UFS
Gabriel William Dias Ferreira – UFLA
Gabriela Caramuru Teles – USP
George Saliba Manske – UNIVALI
Hugo de Mattos Santa Isabel – UNIGUAÇU
Ivanildo dos Anjos Santos – UESC
Jair Ribeiro Junior – UEPG
Jesús Alberto Díaz Cruz – UNICENTRO
Josefino de Freitas Fialho – EMBRAPA CERRADOS
Juliane Andréa de Mendes Hey Melo – UNICURITIBA
Kelen dos Santos Junges – UNESPAR
Lauro Augusto Ribas Teixeira – Centro Universitário Campo Real
Luale Leão Ferreira – UNICAMP
Luiz Carlos Weinschütz – UnC
Luis Paulo Gomes Mascarenhas – UNICENTRO
Maria Luiza Milani – UnC
Mary Ângela Teixeira Brandalise – UEPG
Miriam Aparecida Caldas – Centro Universitário Campo Real
Nei Alberto Salles Filho – UEPG
Nevio de Campos – UEPG
Orcial Ceolin Bortolotto – UNICENTRO
Rafael da Silva Teixeira Teixeira – UFV
Regiane Bueno Araújo – Centro Universitário Campo Real
Regilson Maciel Borges – UFLA
Sandro Luiz Bazzanella – UnC
Selma Peleias Felerico Garrini – USJT
Simone Carla Benincá – Centro Universitário Campo Real
Simone de Fátima Flach – UEPG
Solange Cardoso – UFOP
Solange Franci Raimundo Yaegashi – UEM
Rui Mateus Joaquim – UCDB
Vera Lúcia Martiniak – UEPG
Verônica Gesser – UNIVALI
Virginia Ostroski Salles – UTFPR

REVISORES CIENTÍFICOS INTERNACIONAIS

Ana Paula da Silva – School of Veterinary Medicine – University of California Davis
Edgar Ismael Alarcón Meza – Universidad Autónoma de Baja California (UABC)
Gabriel William Dias Ferreira – University of Georgia
Jhonny Diego Sosa – Escuela Naval Militar de La República Oriental Del Uruguay – Universidad de la Empresa – Montevideo
José Moncada Jiménez – Universidade da Costa Rica
Roberto Fernandez Fernández – Facultad de Derecho – León
Susana Costa e Silva – Católica Porto Business School – Porto
Susana Rodriguez Escanciano – Universidad de León – UNILEÓN
Sandra Sharry – National University of La Plata – Buenos Aires
Oscar Fabian Rubiano Espinosa – Libre de Colombia University – Bogotá

REVISÃO E ORGANIZAÇÃO

Jefferson Silvestre Alberti dos Santos
Helena de Oliveira Andrade

REVISÃO DOS ABSTRACTS

Renan Matheus Mendes

DIAGRAMAÇÃO

Jefferson Silvestre Alberti dos Santos

BIBLIOTECÁRIO

Eduardo Ramanauskas – CRB 9 1813

CAPA

Jefferson Silvestre Alberti dos Santos
Setor de Marketing da Faculdade UCP

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

SUMÁRIO

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO NA SEGUNDA SAFRA NO ESTADO DO PARANÁ.....6

Danilo Zanlorensi

Eliza Gralak

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Silmara Rodrigues Pietrobelli

ALTERNATIVA DE ENSAIO DE TETRAZÓLIO COMPARANDO CONCENTRAÇÃO SALINA E HORAS DE COLORAÇÃO EM SOJA.....19

Aclecio Paulo Moraes

Daine Rodrigues Gomes

Eliza Gralak

Greice Redivo

Michele Lemes Almeida

Silmara Pietrobelli

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA, PARA O CONTROLE DE RHIZOCTONIA SOLANI32

Eliza Gralak

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Patrícia Oliveira

Silmara Rodrigues Pietrobelli

DIAGNÓSTICO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) COM SUSPEITA DE RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A HERBICIDAS45

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Marietta Pastal

Silmara Rodrigues Pietrobelli

EFEITO DOS CULTIVOS OUTONAIIS NA CULTURA DO TRIGO E PROTEÇÃO DE SOLO.....63

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Leandro Mascarello

Marcos Fostim

Silmara Rodrigues Pietrobelli

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

INFLUÊNCIA DA FITOSSANIDADE, CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E PORTE DE PLANTAS AO ACAMAMENTO EM QUATRO CULTIVARES DE TRIGO, NA REGIÃO CENTRO - SUL DO PARANÁ.....82

Gabriely Brolini

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Silmara Rodrigues Pietrobelli

MONITORAMENTO DAS PERDAS DE PRODUTIVIDADE NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (Glycine max).....99

Anderson Strechar

Greice Redivo

João Paulo Niemes

PRODUÇÃO DE BIOGÁS PARA ENERGIA: PANORAMAS MUNDIAL E BRASILEIRO110

Angelo Antonio Delponte

Rafaela Franqueto

Renan Franqueto

TEORES DE POTÁSSIO NO PERFIL DO SOLO E NA CULTURA DA SOJA136

Eliza Gralak

Greice Redivo

João Paulo Niemes

Rúbia Luisa Holtman

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUAIS: UMA BREVE ABORDAGEM DA LITERATURA SOBRE A BACTÉRIA *MICROTHRIX PARVICELLA* PRESENTE EM LODOS ATIVADOS151

Angelo Antonio Delponte

Rafaela Franqueto

Renan Franqueto

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE HÍBRIDOS COMERCIAIS DE MILHO NA SEGUNDA SAFRA NO ESTADO DO PARANÁ

Danilo Zanlorensi
Eliza Gralak
Greice Redivo
João Paulo Niemes
Silmaria Rodrigues Pietrobelli

RESUMO: O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais cultivados no mundo, por isso tecnologias que aumentem sua produtividade são de grande interesse para a sociedade. O melhoramento genético é fundamental para o desenvolvimento de híbridos adaptados aos ambientes diversos, que por consequência eleva o teto produtivo desses cultivares. O objetivo do trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho em diferentes ambientes. A metodologia conta com a análise da produtividade de grãos de 7 híbridos em 7 localidades no estado do Paraná, durante a segunda safra de 2022. Diante dos resultados constatou-se que houve diferença significativa entre os híbridos, analisando os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade através de regressão linear, que permitiu caracterizar os híbridos. O AS1844PRO3 apresentou adaptabilidade ampla e estabilidade satisfatória, enquanto o DM2840PRO3 mostrou-se mais responsivo a melhorias no ambiente, justificando maiores investimentos financeiros e emprego de alta tecnologia. Os demais híbridos apresentaram baixa estabilidade, sendo recomendados apenas em situações específicas.

PALAVRAS-CHAVES: *Zea mays* L. Genótipo. Produtividade.

ABSTRACT : Corn (*Zea mays* L.) is one of the most cultivated grains in the world, so technologies that increase its productivity are of great interest to society. Genetic improvement is fundamental for the development of hybrids adapted to different environments, which consequently raises the productive ceiling of cultivars. The objective of this work is to evaluate the adaptability and stability of commercial corn hybrids in different environments. The methodology includes the analysis of the grain productivity of 7 hybrids in 7 locations in the state of Paraná, during the second harvest of 2022. In view of the results, it was found that there was a significant difference between the hybrids, analyzing the parameters of adaptability and stability through linear regression, which allowed characterizing the hybrids. The AS1844PRO3 showed wide adaptability and satisfactory stability, while the DM2840PRO3 proved to be more responsive to improvements in the environment, justifying greater financial investments and the use of high technology. The other hybrids showed low stability, being recommended only in specific situations.

KEYWORDS: *Zea mays* L. Genotype. Yield.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma importante commodity agrícola, pois, além de ser indispensável para a alimentação animal, também faz parte da base alimentar da maioria dos países e é utilizado para a produção de

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

biocombustíveis (SOUZA, 2021). No cenário global, o Brasil ocupa a terceira posição, sendo superado apenas por Estados Unidos e China, ocupando respectivamente a primeira e segunda posição mundial. No Brasil, a área total de milho cultivada foi superior a 21,5 milhões de hectares, com uma produção total estimada em 114,7 milhões de toneladas, alcançando uma produtividade média de 5.314 kg/ha⁻¹. Da produção total 77,1 milhões de toneladas serão destinadas ao consumo interno e 37,5 milhões de toneladas serão exportadas (CONAB, 2022). Segundo a Secretaria de Estado e Agricultura do Paraná (2022), o milho segunda safra ocupou 2,7 milhões de hectares do estado, atingindo uma produção de 13,8 mil toneladas.

Em relação à produtividade, o Brasil tem uma média inferior a alguns países devido a determinados fatores climáticos desfavoráveis, além de também ocorrer devido ao baixo emprego de boas tecnologias de produção, desde a não utilização de cultivares melhorados até um manejo não realizado de maneira correta pelos produtores agrícolas (BORÉM et al. 2017). Sendo assim, fica evidente a necessidade do desenvolvimento de tecnologias que tenham como objetivo elevar a produtividade da cultura, sendo o melhoramento genético umas das principais ferramentas para atingir esse propósito, além de permitir a aprimoração de sistemas produtivos em ambientes menos favorecidos com o emprego de cultivares melhorados (BORÉM, et al. 2021).

Para selecionar cultivares mais produtivas é indispensável a avaliação dos mesmos à nível de campo, sendo uma etapa essencial e onerosa em um programa de melhoramento, e por esse motivo é recomendado avaliar o híbrido em diversas regiões representativas para a cultura, por meio de ensaios de Valor de Cultivo e Uso posicionados em diferentes ambientes, com o objetivo de selecionar híbridos que apresentam bom desempenho produtivo em macro e microrregiões (FARIAS, 2016).

Portanto, uma das metodologias que os melhoristas usam para avançar um híbrido com características agrônômicas desejáveis no mercado é a análise

da interação do cultivar com o ambiente em que está inserido, sendo a adaptabilidade e estabilidade frente às variações ambientais pontos essenciais para a sua recomendação. Segundo o conceito de Eberhart & Russel (1966), adaptabilidade é a habilidade de um genótipo beneficiar-se vantajosamente de estímulos do ambiente, enquanto a estabilidade é a capacidade de genótipos apresentarem um comportamento com alta previsibilidade diante de estímulo do ambiente.

Os programas de melhoramento genético de milho são dependentes da interação que os híbridos possuem com o ambiente, pois os caracteres quantitativos, como a produtividade são muito afetados de forma positiva ou negativa pelo ambiente. O comportamento de um genótipo é determinado a partir da ação conjunta de seus genes, considerando que o ambiente vai ter efeito sob cada um desses genes (TAKAHASHI, 2014).

O resultado da interação gerada entre o genótipo e o ambiente é um dos maiores desafios de um programa de melhoramento, pois dificulta o posicionamento de um híbrido em ambientes com condições edafoclimáticas distintas, visto que híbridos não apresentam um comportamento linear frente aos ambientes (REZENDE, 2019). Para minimizar os efeitos da interação existem três caminhos que podem ser seguidos: o reconhecimento de híbridos específicos para cada ambiente, o da estratificação de ambientes ou o emprego de híbridos de ampla estabilidade fenotípica (CAIRES, 2019).

Dessa forma, uma análise profunda do comportamento dos híbridos frente ao ambiente nos permite posicioná-los nos ambientes onde desempenharam sua máxima capacidade produtiva ou os quais serão mais estáveis perante as variações ambientais, além de ser possível identificar cultivares com previsibilidade de seus comportamentos e com capacidade de responder à variação no ambiente, submetidos a condições amplas ou específicas (CRUZ, et al. 2012).

Sendo assim, a relevância e as possíveis implicações devem ser avaliadas e posteriormente quantificadas para servir como embasamento para aplicar da melhor forma as técnicas de melhoramento genético, permitindo assim identificar um genótipo com estabilidade ou que responda positivamente às melhores condições ambientais. Logo, a adaptabilidade e estabilidade são analisadas para encontrar genótipos com comportamento previsível com capacidade de responder a variações ambientais em condições específicas ou gerais (SILVA et al. 2014).

Nesse contexto, o estudo da interação genótipo *versus* ambiente (GxA) deve ser realizado em diferentes ambientes para obter entendimento do comportamento dos genótipos de milho para garantir alto rendimento a nível de campo. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi identificar a adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho comerciais referência para a segunda safra no ano de 2022, da região subtropical do estado do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação do desempenho e da interação GxA foram avaliados sete híbridos comerciais que são recomendados para a segunda safra do Paraná, conforme descritos na Tabela 1. Todos são caracterizados geneticamente como híbridos simples (HS), gerados pelo cruzamento entre duas linhagens puras, o qual resulta em híbridos mais produtivos e uniformes.

Tabela 1. Híbridos comerciais de milho, o tipo do híbrido, a maturidade relativa (RM), empresa detentora do material genético, avaliados na segunda safra do Paraná no ano de 2022.

Híbrido	Tipo	RM	Obtento
AG8480PRO3	HS	138	Agrocere
AS1844PRO3	HS	135	Agroeste
DKB255PRO3	HS	135	Dekalb

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

DKB360PRO3	HS	135	Dekalb
DM2840PRO3	HS	137	DonMario
P3707VYH	HS	139	Pioneer
MG30A37PWU	HS	137	Morgan

Fonte: dados da pesquisa - tipo: HS – Híbrido simples.

Os híbridos foram semeados e avaliados nos locais conforme Tabela 2. Os plantios ocorreram nas datas de 08/02 em Santa Helena (276 metros de altitude), 26/02 em Assis Chateaubriand (356 metros de altitude), 12/02 em Juranda (494 metros de altitude), 17/02 em Mamborê (649 metros de altitude), 15/02 em Campo Mourão (557 metros de altitude), 25/03 em Sertãoópolis (354 metros de altitude), e 10/03 em Alvorada do Sul. A condução desses ensaios ocorreu na segunda safra de milho do ano de 2022 no estado do Paraná, dentro do zoneamento agrícola de cada região. Para a definição do número de ambientes avaliados foi considerada a conclusão de Cargnelutti Filho e Guadagnin (2018), que sugeriu 7 ambientes como número de locais suficiente para analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos com base na produtividade de grãos.

O modelo experimental utilizado foi o Delineamento Blocos Casualizados (DBC), constituído por duas repetições de cada híbrido. Cada unidade experimental foi constituída por 4 fileiras de 5 metros, com 50 cm de espaçamento entre fileiras, totalizando uma área útil de 10 m², onde as plantas foram distribuídas uniformemente na linha (3,4 sementes por metro linear). O plantio foi realizado de forma mecanizada com uma semeadora adaptada para plantio de micro parcelas, a fim de atingir uma população de 68 mil plantas por hectare. A adubação de cada local foi distinta, seguindo as recomendações agrônômicas para cada talhão em específico. O manejo de pragas e doenças foi executado mediante as recomendações técnicas para a cultura. Para a obtenção do peso das parcelas realizou-se a colheita das 4 fileiras, com o auxílio de uma colhedora de experimentos.

A característica analisada foi a produtividade, obtida a partir do peso dos grãos debulhados de cada parcela, corrigido para 13% de umidade com ajuste de estande.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância conjunta, com a finalidade de identificar se houve interação significativa entre os ambientes, híbridos e ambientes *versus* híbridos, com o cálculo de F a 5% de probabilidade. Antes de aplicar a metodologia de Eberhard & Russel (1966), foi verificada a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo, para testar a homogeneidade das variâncias residuais dos ensaios, feito isso a análise de adaptabilidade e estabilidade foi aplicada sob os resultados obtidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se diferença significativa para todos os tratamentos, a 5% de probabilidade pelo teste de F, evidenciando que houve comportamento diferente dos híbridos nos ambientes testados (Tabela 3). Também foi considerado a razão entre o maior e menor quadrado médio do resíduo, com a intenção de mensurar a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos, o valor dessa razão foi 7,0 para a produtividade de grãos, sinalizando que existe homogeneidade da variância residual, resultado este que permite a execução da análise conjunta (CARVALHO, 2018). Essa significância entre os híbridos já era esperada, pois as testemunhas adotadas são provenientes de diferentes programas de melhoramento genético, esse resultado também foi constatado por Costa et al. (2010), reforçando que os híbridos tendem a apresentar comportamentos diferente frente aos ambientes. O fato de existir essas diferenças significativas entre ambientes e interações genotípicas, representadas pelo resultado do teste de F, justifica aplicação da análise de adaptabilidade e estabilidade.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Tabela 3: Resumo da análise de variância conjunta dos 7 híbridos comerciais de milho avaliados para produtividade de grãos em 7 ambientes no Paraná durante a segunda safra de 2022.

FV	GL	SQ	QM	F
BLOCOS/AMB	7	11815216,3	1687888	
BLOCOS	1	757328,8	757328,8	
BL X AMB	6	11057887,5	1842981,2	
TRATAMENTOS	6	60571096,5	10095182,7	6,00*
AMBIENTES	6	114792475,8	191322079,3	5,91*
TRAT X AMB	36	60498097,3	1680502,7	2,15*
RESÍDUO	42	32759874,1	779997	
TOTAL	97	280436760,1		
MÉDIA		7132,9		
CV (%)		12,38		

Fonte: resultados da pesquisa (2022), * - Significativo a 5% de probabilidade.

Observou-se que a precisão relativa dos ensaios foi alta, pois o valor do coeficiente de variação foi de 12,38%, e conforme os estudos de Lúcio et al. (1999) e Fritsche-Neto et al. (2012), tal valor é um indicador de boa qualidade dos ensaios.

Em relação a análise de adaptabilidade e estabilidade foram identificados todos os tipos de híbridos pela metodologia de Eberhard & Russel (1966). De forma prática a adaptabilidade é a capacidade que um híbrido possui de aproveitar favoravelmente os estímulos do ambiente, podendo se subdividir em adaptabilidade ampla ($\beta_{1i}=1$), específica em ambientes favoráveis ($\beta_{1i}>1$), ou específica em ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i}<1$). Já a estabilidade é a tendência de um cultivar apresentar alta previsibilidade em seu comportamento frente aos ambientes diversos, é avaliado pelo componente de variância relacionado aos desvios da regressão ($\sigma^2_d=0$), quando é verificado o valor 0 significa que o cultivar é de alta previsibilidade, quando esse valor é maior que 0 ($\sigma^2_d>0$), o cultivar é de baixa previsibilidade. Portanto cultivares com desvio de regressão insignificante são estáveis, e as que possuem valores significativos de desvio de regressão são caracterizadas como instáveis.

Ainda podem existir híbridos com rendimento superior que possuem σ^2d estatisticamente diferente de 0, o que significa que o cultivar tem baixa previsibilidade, e se for necessário selecionar algum material desse grupo pode-se utilizar o coeficiente de determinação R^2 (%), que é uma medida auxiliar de comparação entre os cultivares. Oliveira et al. (2004) recomendou que R^2 deveria ser igual ou superior a 85% para a cultura do milho, reforçando que Fonseca Júnior (1999) e Faria (2016) alertam que esse coeficiente de variação é uma medida de previsibilidade de menor confiança em relação aos desvios de regressão de variância.

Os rendimentos médios (kg/ha^{-1}), assim como os coeficientes de regressão (β_1), os desvios de regressão (σ^2d) e os coeficientes de determinação (R^2), nos permitem analisar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de todos os 7 híbridos comerciais testados em 7 ambientes durante a segunda safra de 2022, como podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4: Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade modelo: $Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 I_j + d_{ij} + E_{ij}^*$

Híbrido	Média (kg/ha^{-1})	β_1	σ^2d	R^2 (%)
AG8480PRO3	7038,0	1,1556	9,82230 NS	73,7230
AS1844PRO3	6881,7	1,0643	4,00620 *	64,8553
DKB255PRO3	7588,4	0,8845	17,9923 NS	67,2139
DKB360PRO3	7600,8	0,8742	100,000 NS	87,0114
DM2840PRO3	7765,0	1,2724	1,23830 *	67,0346
P3707VYH	7688,1	0,8676	19,1517 NS	66,9437
MG30A37PWU	5366,7	0,8814	1,43640 *	50,1271

Fonte: Resultados da pesquisa (2022), * significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Condizendo com a análise de Eberhart & Russel (1966), podemos inferir que o híbrido a ser recomendado pensando em adaptabilidade geral e

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

estabilidade produtiva foi o AS1844PRO3, pois β_1 foi estatisticamente igual a 1 e apresenta boa estabilidade ($\sigma^2d=0$). Em ambientes com condições favoráveis e com maior investimento pode-se recomendar o híbrido simples DM2840PRO3, pois observa-se superioridade relativa de rendimento, adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ($\beta_1<1$) e ótima previsibilidade.

Os demais híbridos (AG8480PRO3, DKB255PRO3, DKB360PRO3, P3707VYH) não apresentaram boa previsibilidade ($\sigma^2d\neq 0$), portanto sua recomendação é mais complexa. Ao analisarmos o caso do DKB360PRO3 observamos o coeficiente de determinação superior a 87%, que pode ser uma medida auxiliar para a recomendação de um híbrido (CRUZ et al. 2012), e apresentou também adaptabilidade a ambientes desfavoráveis e uma elevada média produtiva, tornando-o um híbrido promissor, ressaltando que esse material pode atingir boas produtividades com menores investimentos. O híbrido AG8480PRO3 respondeu positivamente a melhorias no ambiente, por conta disso pode ser considerado responsivo a investimentos, e teve boa média de produtividade de grãos. Os híbridos DKB255PRO3 e o P3707VYH, possuem características muito semelhantes, contendo adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, valores de σ^2d semelhantes e médias produtivas próximas.

O MG30A37PWU se diferiu dos demais, pois possui adaptabilidade a ambientes desfavoráveis ($\beta_1>1$) e boa previsibilidade ($\sigma^2d=0$), porém a produtividade deste híbrido é muito baixa, fato este que inviabiliza a sua recomendação. Deve-se levar em consideração que os híbridos testados nesse trabalho são do tipo simples, por esse motivo o custo da semente é maior em relação aos duplos e triplos devido a produtividade menor de sementes das linhagens, sendo assim a semente desse tipo de híbrido é de alto investimento, tornando esse híbrido menos indicado.

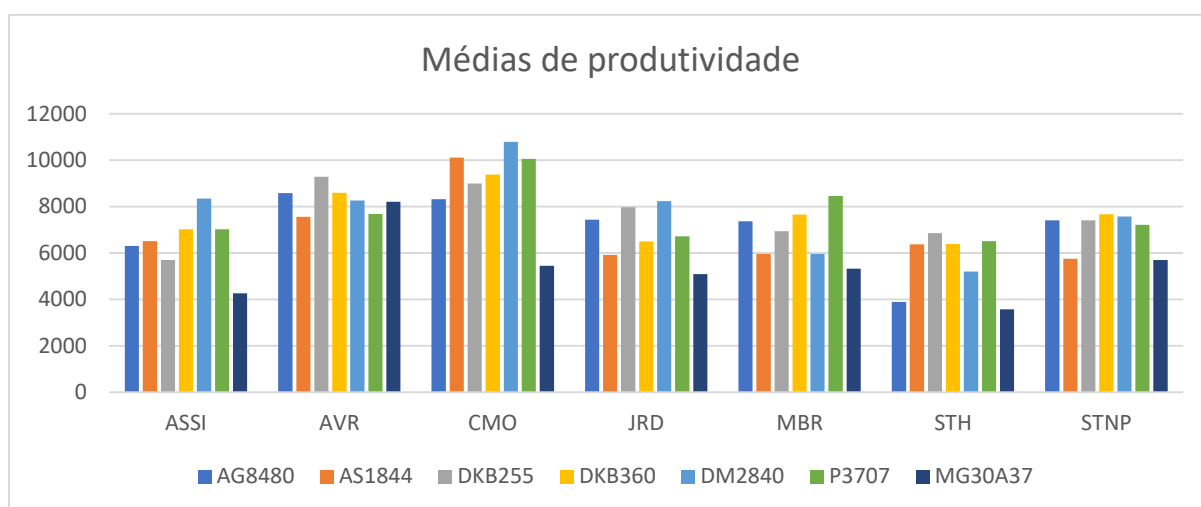
Como relatado por Faria (2016), a seleção de um híbrido a nível de campo deve ter como referência o sistema de produção, as condições

edafoclimáticas em que será inserido e o nível de investimento, com o objetivo de atingir o equilíbrio a ponto de ser economicamente rentável. Portanto, ao considerar o elevado investimento inicial que os híbridos em questão exigem, deve-se buscar as maiores médias produtivas atreladas a boa estabilidade.

Com os valores dos índices ambientais pode-se classificar os ambientes como favoráveis ou desfavoráveis. Sendo os ambientes desfavoráveis: Assis Chateaubriand, Juranda, Mamborê, Santa Helena e Sertanópolis. Esses índices negativos estão associados a condições climáticas adversas, problemas com pragas e doenças ou ao emprego de baixa tecnologia na lavoura.

Durante a segunda safra de 2022 no estado do Paraná houve a incidência de duas pragas chave, a Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) e o percevejo Barriga Verde (*Diceraeus furcatus*), que favoreceram a diminuição do índice ambiental. As localidades de Alvorada do Sul e Campo Mourão mostraram-se favoráveis e apresentaram as maiores produtividade de grãos (Figura 1). No geral, as médias produtivas dos ensaios foram consideradas altas, visto que a CONAB estimou a produtividade média do Paraná em 5.484 kg/ha⁻¹ para a segunda safra de 2022, enquanto a média de todas as repetições resultou em 7.132 kg/ha⁻¹.

Figura 1. Média de produtividade dos híbridos em cada ambiente.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a metodologia aplicada foi possível caracterizar todos os sete híbridos de milho quanto a sua adaptabilidade e estabilidade. O AS1844PRO3 destacou-se por apresentar ampla adaptabilidade e alta previsibilidade, enquanto o DM2840PRO3 foi mais responsivo à melhoria no ambiente também com alta previsibilidade, atingindo a maior produtividade entre os materiais.

REFERÊNCIAS

- AFFÉRI, F. S.; DOTTO M. A.; CARVALHO E. V.; PELUZIO, J. M.; FARIA, L. A. **Avaliação de genótipos de milho: adaptabilidade, estabilidade e estratificação ambiental**. Rev. Sítio Novo Palmas v. 4. 2020. 10 p.
- BORÉM, A.; GALVÃO, J.C.C.; PIMENTEL, M.A. **Milho: do plantio à colheita**. 2ed. Viçosa – MG. Ed UFV. 2017, 382 p.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 8ed. Oficina de Texto, São Paulo. 2021, 543 p.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim da safra de Grãos**. Brasília-DF, 2022. 89 p.
- BRASIL. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Plantio e colheita 21/22 S45 PC**. Brasília-DF, 2022. 2 p.
- CAIRES, A. M. **Interação “genótipo x ambiente” em sorgo sob a perspectiva da estratificação ambiental**. Tese de Doutorado em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019, 120 p.
- CARGNELUTTI, A. F.; GUADAGNIN, J. P. **Sufficient number of experiments for the adaptability and stability analyses of maize using the Eberhart and Russell method**. Rev. Sítio Novo Palmas v. 4 n, 2020. 10 p.
- CARVALHO, R. L. T. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho para produção de grãos na segunda safra brasileira**. Dissertação. Universidade Estadual Paulista, 2018, 41 p.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

COSTA, E. F.; SOUZA J. C., LIMA, J. L.; CARDOSO, G. A. **Interação entre genótipos e ambientes em diferentes tipos de híbridos de milho.**

Pesquisa Agropecuária Brasileira v. 45, 2010, 12 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 4ª edição, volume 1. Editora UFV. 2012, 514 p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística.** Viçosa: UFV, 2001, 648 p

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. **Stability parameters for comparing varieties.** Crop Science, 6, 1966, 16 p.

FARIA, S. V. **Adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho pelos métodos de Eberhart e Russel, centróide, AMMI e Modelos Mistos.** Dissertação, Mestrado em Genética e Melhoramento. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016, 45 p.

FONSECA JUNIOR, N. S. **Interação genótipo x ambiente: aspectos biométricos.** In: DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. Melhoramento genético de plantas. Ed. UEL, 1999, 37 p.

FRITSCHÉ-NETO, R.; VIEIRA, R. A., SCAPIM, C. A., MIRANDA, G. L., REZENDE, L. M. **Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments.** Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 34, n. 1, 2012, 10 p.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. **Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão.** Pesquisa Agropecuária Gaúcha, v.5, 1999, 12 p.

OLIVEIRA, J.S; SOBRINHO, F.S.; FERNANDES, S.B.V.; WÜNSCH, J.A.; LAJÚS, C.A.; DUFLOTH, J.H.; ZANATTA, J.C.; MOLETTA, J.L.; PEREIRA, A.V.; LEDO, F.J.S.; BOTREL, M.A.; AUAD, M.V. **Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil.** Ciência Rural, v.34, 2004, 6 p.

OLIVEIRA, T. R. A.; CARVALHO, H. W. L.; COSTA, E. F. N.; CARVALHO FILHO, J. L. S. **Correlation among adaptability and stability assessment models in maize cultivars.** Australian Journal of Crop Science, v. 11, n. 5, 2017, 5 p.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

ALTERNATIVA DE ENSAIO DE TETRAZÓLIO COMPARANDO CONCENTRAÇÃO SALINA E HORAS DE COLORAÇÃO EM SOJA

Aclecio Paulo Moraes
Daine Rodrigues Gomes
Eliza Gralak
Greice Redivo
Michele Lemes Almeida
Silmaria Pietrobelli

RESUMO: O teste de tetrazólio tem se destacado dentre os testes de análise da qualidade adotados pela indústria de sementes, em especial para a soja, não só devido à sua precisão e rapidez, quando comparado a outros testes, mas também pelo grande número de informações fornecidas pelo teste. O objetivo deste trabalho foi comparar novas alternativas do ensaio de tetrazólio comparando com o método oficial concentração da solução de tetrazólio em 1%, 0,05% e 0,075% e período de horas para coloração em estufa 1h, 2h e 2horas e meia afim de ver em qual dos métodos utilizados obterá os resultados satisfatórios em menor tempo e sem influenciar na qualidade dos resultados. Visando melhorar a rotina de trabalho dentro do laboratório e entregar resultados de maneira mais rápida ao cliente. Foi utilizado o Delineamento inteiramente casualizado, 5 tratamentos com 7 repetições e utilizado a cultivar 55I57RSF IPRO. Os resultados foram avaliados pelo teste de Tukey, que comprovam a possibilidade de substituir o método oficial pelo tratamento 4 que foi utilizado concentração de solução de 0,05% colorindo por 2 horas em estufa a 40°C sem que ocorram perdas de eficiência do método. Demais estudos deverão ser realizados para melhor elucidar a resposta aos tratamentos discutidos no presente trabalho.

PALAVRAS-CHAVES: Qualidade. Sementes. Testes. Coloração.

ABSTRACT: The tetrazolium test has stood out among the quality analysis tests adopted by the seed industry, especially for soybeans, not only due to its accuracy and speed, when compared to other tests, but also due to the large amount of information provided by the test. The objective of this work was to compare new alternatives for the tetrazolium assay, comparing with the official method the concentration of the tetrazolium solution in 1%, 0.05% and 0.075% and period of hours for staining in an oven 1h, 2h and 2h and a half hour in order to see in which of the methods used will obtain the satisfactory results in less time and without influencing the quality of the results. Aiming to improve the work routine within the laboratory and deliver results faster to the customer. A completely randomized design, 5 treatments with 7 replications, and the cultivar 55I57RSF IPRO was used. The results were evaluated by the Tukey test, which proves the possibility of replacing the official method with treatment 4, which used a 0.05% solution concentration, staining for 2 hours in an oven at 40°C without any loss of method efficiency. Further studies should be carried out to better elucidate the response to the treatments discussed in this work.

KEYWORDS: Quality. Seeds. Tests. Coloring.

1 INTRODUÇÃO

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

O principal objetivo da produção de sementes é o desenvolvimento de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade. A qualidade envolve vários aspectos como pureza genética, germinação e vigor, pureza física e qualidade sanitária, determinação e avaliação da qualidade, várias tecnologias, processos e equipamentos são utilizados, de forma que as empresas de sementes quando colocam um lote de sementes para a venda possuem confiança de que a população será obtida. A soja, independentemente do sistema de cultivo, é uma das espécies que merecem mais atenção, quando se considera o nível de exigência dos produtores quanto à qualidade das sementes, (PESKE, 2015).

De acordo com Marcos Filho, (2013) a qualidade da semente de soja, em especial em regiões tropicais, pode sofrer influência de diversos fatores, os quais podem vir a ocorrer em qualquer etapa de produção (campo, colheita e pós-colheita). Dentre estas se destacam os danos causados mecanicamente, nas operações de colheita e beneficiamento, os danos por deterioração por umidade, oriundos de período de seca, extremos de temperatura durante a maturação e flutuações das condições de umidade do ambiente e os danos causados por percevejos.

A avaliação da qualidade de sementes por meio de testes rápidos que proporcionem resultados confiáveis tem sido uma busca constante pois pode auxiliar na tomada de decisões quanto ao uso ou descarte de lotes, (MARCOS FILHO, 2013).

A avaliação da viabilidade das sementes é rotineiramente avaliada pelo teste de germinação, sendo este conduzido em condições favoráveis de temperatura, umidade e substrato, expressando assim, o potencial máximo de germinação, muitas vezes não detectando os estádios avançados de deterioração que possam refletir no campo. Além disso requer um período maior para obtenção dos resultados sendo que muitas vezes é necessário o resultado mais rápido para tomadas de decisão, seja de compra ou venda de

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

sementes. Por essa razão, necessita-se desenvolver e aperfeiçoar testes rápidos, (NOGUEIRA *et al.*, 2014)

O teste de tetrazólio tem se destacado dentre os testes de análise da qualidade adotados pela indústria de sementes, em especial para a soja, não só devido à sua precisão e rapidez, quando comparado a outros testes, mas também pelo grande número de informações fornecidas pelo teste, como o diagnóstico de possíveis causas de redução de qualidade (danos mecânicos imediato e latente, deterioração por umidade e danos por picada de percevejo) e a possibilidade de avaliar a viabilidade e o vigor de lotes sementes (ROCHA, 2016).

De acordo com França Neto e Krzyzanowski, (2018) no Brasil, o teste de tetrazólio é amplamente utilizado no controle de qualidade de sementes. Determina indiretamente a atividade respiratória nas células que compõem os tecidos das sementes, baseia-se na atividade das enzimas desidrogenases as quais catalisam as reações respiratórias nas mitocôndrias, durante a glicólise e o ciclo de Krebs.

Para a realização do teste de tetrazólio recomenda-se utilizar uma solução de sal 2,3,5-trifenil cloreto de tetrazólio na concentração de 0,075%, realizar o pré-condicionamento por 16 horas e realizar a coloração em temperatura de 35°C a 41°C por 150 a 180 minutos (FRANÇA NETO & KRZYZANOWSKI 2018).

De acordo com vários estudos há probabilidades de alterar a metodologia da análise de tetrazólio e melhorar o tempo de entrega conforme os autores (SILVA *et al.*, 2012; NOGUEIRA *et al.*, 2014; RODRIGUES *et al.*, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2018; BORELLA *et al.*, 2020), entretanto necessita-se serem estudadas e testadas mais vezes para os resultados serem mais robustos e poderem serem utilizados com maior confiabilidade e reprodutibilidade.

Mediante ao exposto, o objetivo deste trabalho é comparar novas alternativas do ensaio de tetrazólio comparando com o método oficial concentração da solução de tetrazólio em 1%, 0,05% e 0,075% e período de horas para coloração em estufa 1h, 2h e 2horas e meia afim de ver em qual dos métodos utilizados apresentará os resultados satisfatórios e reproduzindo resultados em menor tempo e sem influenciar no resultado. Visando melhorar a rotina de trabalho dentro do laboratório e entregar resultados de maneira mais rápida ao cliente.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no LAS – (Laboratório de sementes da Cooperativa Agrária Agroindustrial), situado na região Centro Sul do Paraná, município de Guarapuava no distrito de Entre Rios.

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado.

Para o trabalho foi utilizado a cultivar 55I57RSF IPRO conhecida popularmente como Zeus safra 20/21, foram realizadas 35 repetições. Para coloração foi utilizado sal de cloreto 2,3,5 trifenil de tetrazólio para fazer a solução.

Os tratamentos foram divididos da seguinte forma: tratamento 1 é a testemunha que foi realizado o método oficial usando solução salina com concentração 0,075% a 40°C para coloração em estufa por 2 horas e meia. Tratamento 2 – usado concentração salina 0,05% colorindo por uma hora em estufa a 40° C, tratamento 3 – usado concentração salina a 1 % colorindo por uma hora em estufa a 40° C, tratamento 4 – usado concentração salina a 0,05% colorindo por 2 hora em estufa a 40° C e tratamento 5 –usado concentração salina a 1 % colorindo por 2 hora em estufa a 40° C. O tratamento 1 é a metodologia oficial utilizada no laboratório para testar a qualidade dos lotes de sementes. Para testar novas alternativas foram comparadas concentrações de

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

solução de 1% e 0,05% e junto o período de horas de coloração a fim de saber se podemos ter resultados satisfatórios comparados com a metodologia oficial sem que haja interferência no momento de leitura da análise.

Os tratamentos foram coloridos na estufa MERMMET modelo GTR 0214 calibrada por laboratório externo independente, com erro de medição a 40°C de 0,3°C e incerteza de medição de $\pm 1^\circ\text{C}$, o pré- condicionamento das sementes foram realizadas nas câmaras de germinação marca Biomatic modelo 4001 calibrado externamente por laboratório independente com uniformidade de 1,24°C e incerteza de medição de $\pm 2^\circ\text{C}$.

As amostras foram homogeneizadas antes de iniciar a análise, em homogeneizador tipo Boerner, para garantir a homogeneidade do lote testado.

Após passar por homogeneização, foi submetida a amostra a pré- condicionamento por 16 horas em germinador a 25°C. Primeiro o papel foi umidificado de acordo com a metodologia da RAS (2009), dobra a folha ao meio e com o contador de 50 furos separa aleatoriamente 50 sementes coloca sobre o papel deixando bem distribuídas identifica a mostra e dobra todas as pontas como uma trouxinha e sucintamente repete o mesmo processo, pois uma análise de tetrazólio é composta por 2 repetições de 50 sementes, após separar coloca em recipiente e leva ao germinador por 16 horas a 25°C, após anota todas as informações em formulários para ter rastreabilidade de entrada e saída da amostra. Após o pré-condicionamento colocam-se as sementes em copos plásticos descartáveis e adiciona a solução até cobrir a semente e leva para a estufa a 40° c para coloração controlando o tempo.

Foi preparado primeiro a solução de 1% usando 10 gramas de sal de tetrazólio 2, 3,5 Trifenil e adicionado a 1 litro de água destilada, após para fazer a solução de concentração de 0,075% foi pego 75 ml da solução de 1% para 1 litro de água destilada e para a concentração de 0,05 % foi pego 50 ml da solução de 1% para 1 litro de água destilada após as soluções foram guardadas em frascos âmbar no refrigerador.

Depois de passar pela etapa de coloração as sementes foram lavadas em água corrente e devem ficar submersas em água até o momento da leitura para que o processo de coloração não continue e não haja desidratação das mesmas e quando não for realizado a leitura das sementes de imediato acondiciona-las no refrigerador até o momento da leitura. Esse teste se baseia na redução do sal de tetrazólio que, quando em contato com os tecidos do embrião da semente, obterá uma coloração vermelho-carmim claro para os tecidos saudáveis, vermelho mais intenso para os tecidos que estão em deterioração e os tecidos mortos não apresentam coloração (brancos).

Após foi realizado a leitura e interpretação do lote testado de todos os tratamentos de acordo com a metodologia do teste de Tetrazólio em sementes de Soja (EMBRAPA, 2018). Após a coloração as sementes foram cortadas no sentido longitudinal, através do eixo embrionário com auxílio de gilete e colocadas em cima de uma tampa de gerbox ou papel germitest e avaliadas com auxílio de lupa de mesa (4x) aumentando a luminosidade para a leitura. Os danos podem ser ocasionados por dano de umidade, dano mecânico e dano por picada de percevejo e são avaliados de acordo com o dano e região da lesão que está na semente e anotado no formulário de acordo com a classificação sendo 1 ao 8, tendo os resultados de viabilidade, vigor e média dos danos.

Para a interpretação estatística dos resultados foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram avaliados os resultados estatisticamente através do teste de Tukey com probabilidade de 5%, avaliado Vigor, Viabilidade, dano de umidade, dano mecânico e dano por picada de percevejo dos tratamentos.

Na avaliação de vigor de tetrazólio não houve diferença estatística entre os tratamentos 1,2,3,4, mas diferiram do tratamento 5, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, conforme tabela 1.

Tabela 1– Vigor e Viabilidade no teste de tetrazólio (%) em sementes de soja avaliados utilizando diferentes concentrações de sal de tetrazólio e tempos diferentes de exposição (h) a coloração em estufa.

Tratamentos	Vigor Tetrazólio (%)	Viabilidade Tetrazólio (%)
Trat 1 - Testemunho	78 a	88 a
Trat 2 - Concentração 0,05%/1h	79 a	87 ab
Trat 3 – Concentração 1%/ 1h	82 a	87 ab
Trat 4 – Concentração 0,05%/ 2h	84 a	90 a
Trat 5 - Concentração 1% / 2h	64 b	80 b
DMS (5%)	8,29	7,41

Fonte: Autor 2021. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Diferença Mínima significativa (DMS).

A Viabilidade apresentou resultados satisfatórios não apresentando diferença significativa entre os tratamentos como pode ser visto na tabela 1. A viabilidade mostra o quão bom está essa semente sendo um diagnóstico rápido, mas avaliando o momento não significa que a semente vai manter os mesmos resultados sempre e comparando com germinação e vigor em rolo de papel os resultados tendem a não ser iguais, pois as metodologias usadas são diferentes.

Na tabela 2 podem ser observados os resultados ocasionados por dano mecânico, dano de umidade e dano por picada de percevejo, classificados do 1-8 e 6-8. Os danos do 1-8 são os danos que fazem parte do cálculo para saber se a sementes tem vigor e viabilidade alta ou baixa. Para fazer o cálculo usa

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

da classe 1 ao 3 aquelas que entram no vigor aquelas que tem vigor baixo ou alto dependendo do valor e do 1 ao 4 são as que avaliam a viabilidade o quão bom está a semente avaliada. Do 6-8 são as sementes que ocasionaram a morte da semente baseado nessa classificação são feitos os cálculos e médias.

Os danos mecânicos são aqueles resultam de impactos físicos durante as operações de colheita, trilha, secagem, beneficiamento, transporte e semeadura das sementes de soja. Há dois tipos de danos mecânicos que são facilmente identificados pelo teste de tetrazólio danos mecânicos imediatos, caracterizados pela presença de rachaduras e trincas nas sementes, resultantes de impactos das sementes nos sistemas de trilha e transporte na colhedora quando a semente é colhida muito seca (graus de umidade abaixo de 12%); e danos mecânicos latentes, caracterizados por abrasões e amassamentos nas sementes, resultantes de impactos sofridos pelas sementes mais úmidas (graus de umidade acima de 14%); esse último é identificado pela presença de lesões de coloração vermelho escura, caso tenham ocorrido recentemente, ou por lesões brancas com tecidos flácidos, se não recentes. Danos mecânicos latentes podem evoluir durante a armazenagem, (FRANÇA NETO & KRZYZANOWSKI 2018). Na tabela 2 pode ser visto que os resultados de dano mecânico não diferem entre si podendo confiar nas alternativas testadas.

O dano mecânico do 6-8 é classificado como aqueles que ocasionaram a morte das sementes diminuindo assim o vigor e viabilidade e podem condenar o lote quando há índices altos do dano, como mostra a tabela 2 os tratamentos apresentaram resultado semelhantes comparados com o tratamento 1 que é a testemunha, mostra que a quantidade de danos encontrados foram padrões em todos os tratamentos.

Tabela 2- Dano mecânico – DM (1-8) e (6-8), Dano de Umidade - DU (1-8) e (6-8) e Dano de Percevejo – DP (1-8) e (6-8), no teste de tetrazólio (%) em sementes de soja avaliados utilizando diferentes concentrações de sal de tetrazólio e tempos diferentes de exposição (h) a coloração em estufa.

Tratamentos	DM	DM	DU	DU	DP	
	1-8	6-8	1-8	6-8	1-8	6-
Trat 1 - Testemunho	5 a	4 a	98 c	8 ab	2 a	
Trat 2 - Concentração 0,05%/1h	5 a	4 a	99 ab	9 ab	1 a	
Trat 3 - Concentração 1%/ 1h	8 a	7 a	98 bc	6 b	4 a	a
Trat 4 - Concentração 0,05%/ 2h	5 a	4 a	98 c	6 b	2 a	
Trat 5 - Concentração 1% / 2h	7 a	7 a	100 a	13 a	3 a	a
DMS (5%)	4,49	4,17	1,55	5,80	3,35	

Fonte: Autor 2021. Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.
Diferença Mínima significativa (DMS).

De acordo com França Neto & Krzyzanowski (2018), o dano de umidade resulta da exposição das sementes de soja a ciclos alternados de condições ambientais úmidas e secas na fase final de maturação, antes da colheita. Sementes com deterioração por umidade apresentam rugas características nos cotilédones na região oposta ao hilo, ou sobre o eixo embrionário. Rupturas no tegumento também estão associadas com esse tipo de dano. Entretanto, a deterioração por umidade evolui numa taxa mais acentuada em relação a qualquer outro tipo de dano. Tal intensificação dependerá das condições de temperatura e de umidade relativa do ar durante o armazenamento: condições quentes e úmidas resultarão em severa deterioração. Como consequência dos processos de evolução desses danos na armazenagem, poderão ocorrer severas reduções de germinação e de vigor, principalmente nos meses finais do armazenamento.

Como mostra a tabela 2 os resultados do tratamento 5 e 2 não poderão ser utilizados estatisticamente pois diferem do valor do tratamento 1 que é o

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

testemunho e isso ocorreu devido o dano de umidade ser mais severo e também devido as concentrações de soluções usadas podem ter prejudicado na avaliação do dano, deixando mais escura.

Os resultados de dano de umidade do 6-8 são aqueles que ocasionaram a morte da semente, sendo que o dano de umidade se não cuidado pode progredir e fazer com haja perda total do lote. Como pode ser visto na tabela 2 comparando os tratamentos com o testemunho 1 todos apresentam resultados satisfatórios.

O dano por picada de percevejo ocorre quando ao se alimentar das sementes de soja, o percevejo as inocula com a levedura *Nematospora coryli Peglion*, que irá, então, colonizar os tecidos das sementes, deteriorando-os, o que resulta em severas reduções de vigor e de viabilidade. Essa infecção, associada com a ação de enzimas salivares do inseto, resulta em lesões circulares características, muitas vezes enrugadas e profundas, (FRANÇA NETO & KRZYZANOWSKI 2018)

Conforme a tabela 2 os danos ocasionados por percevejo estão estatisticamente todos com os resultados satisfatórios. Os tratamentos comparados com o testemunho 1 estão todos apresentando resultados satisfatórios resultados e não diferem estatisticamente entre si mostrando que os tratamentos usados podem substituir a metodologia oficial. Os danos do 6-8 são danos que ocasionaram a morte da semente.

De acordo com os resultados apontados todos os tratamentos foram eficazes podendo substituir a metodologia oficial, porém durante a leitura da análise foi observado que o melhor tratamento seria o 4 onde foi utilizado a concentração de solução 0,05% por 2 horas em estufa colorindo, pois, a coloração ficou uniforme de fácil identificação dos danos e facilidade na hora de realizar o corte. Os demais tratamentos apresentaram coloração muito forte podendo mascarar os resultados e gerou dificuldade no momento de fazer o corte e demora na leitura.

É possível verificar a diferença de intensidade de coloração nos diferentes tempos de exposição e diferentes concentrações, onde nota-se que a tonalidade final obtida pode afetar a capacidade de leitura do analista, (LEMOS, 2015).

De acordo com Marcos Filho (1999), onde as cores mais escuras nas sementes refletiram o aumento gradativo da concentração da solução de tetrazólio e do período de coloração, e quanto mais escura a cor da semente, maior foi à dificuldade de visualização dos tecidos e a identificação das injúrias, podendo confundir tecidos vivos com aqueles em deterioração.

De acordo com Rodrigues *et al.*, (2015) a avaliação da viabilidade e vigor das sementes, por meio do teste de tetrazólio, é eficiente com o emprego do pré-condicionamento de imersão direta em água por 16 horas, a 25 °C, e utilização da solução de tetrazólio na concentração de 0,05%, por 210 minutos, na temperatura de 40 °C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento que apresentou os melhores resultados comparado com a metodologia oficial que é o tratamento 1 concentração de solução 0,075% colorindo por 2 horas e meia em estufa a 40°C é o tratamento 4 onde foi utilizado concentração de solução de 0,05% colorindo por 2 horas em estufa a 40°C, pois os resultados foram satisfatórios, porém será necessário realizar mais testes e validar a metodologia.

Com essa nova alternativa os resultados do teste de tetrazólio serão entregues mais rápido ao cliente e também terá redução de gasto com solução.

REFERÊNCIAS

AZERÊDO, G. A; PAULA, R. C; VALER, S.V. **Viabilidade de Sementes de Piptadenia moniliformis Benth.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 33, nº 1 p. 061 - 068, 2011.

BORELLA, D. R; SILVA, A. C; SOUZA, J. H. G; MARTIM, C. C; PIZZATTO, M; SILVA, K. N. C. **Viabilidade de sementes de castanha do Brasil pelo teste de tetrazólio.** Pesquisas Agrárias e Ambientais. 2020.

FRANÇA NETO, J. B; KRZYZANOWSKI, F, C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja.** Embrapa Soja.2018.

LEMOS, B.S. **Teste de tetrazólio para avaliação de sementes em feijão caupi: Concentração do sal e período de coloração.** Universidade Federal de Pelotas. 2015.

MARCOS- FILHO, J. **Importância do potencial fisiológico da semente de soja.** Informativo ABRATES, Londrina v. 23, n. 1 abril, 2013.

MARCOS, F. **Vigor de sementes: Conceitos e Testes.** Informativo ABRATES. 1999.

NOGUEIRA, W. N; TORRES, S, B; FREITAS, R. M. O. **Teste de tetrazólio em sementes de Timbaúba.** Revista Ciências Agrárias, vol.35, n. 6, novembro, 2014.

OLIVEIRA, G. P; CAMILI, E. C; MORAIS, O. M. **Metodologia para o teste de tetrazólio em sementes de feijão –caupi.** 2018.

PESKE, S. **Qualidade de sementes de Soja.** Revista Seednews. Jun. 2015.

ROCHA, D.M. **Ferramenta Computacional para apoio ao gerenciamento e a classificação de sementes de soja submetidas ao teste de tetrazólio.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná Campus Cascavel. 2016.

RODRIGUES, A, P, M, S; JUNIOR, A, F, M; TORRES, S, B; NOGUEIRA, N, W; FREITAS, R, M, O. **Teste de tetrazólio para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Vigna unguiculata.** Revista Ciência Agronômica. 2015.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

SMANIOTTO, T. A.S; RESENDE, O; MARÇAL, K. A. F; OLIVEIRA, D. E.C; SIMON, G.A. **Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.4. 2014.

SILVA, K. S; MACHADO, S. L. O; MENEZES, N. L; URBAN, L. J. K; ALVES, M. V. P. **Adequação da metodologia do teste de tetrazólio para sementes de *Hymenachne amplexicaulis***. Rede de Revistas Científicas da América Latina. 2012

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA, PARA O CONTROLE DE RHIZOCTONIA SOLANI

Eliza Gralak
Greice Redivo
João Paulo Nimes
Patrícia Oliveira
Silmará Rodrigues Pietrobelli

RESUMO: Um dos problemas principais para o desenvolvimento da soja são os problemas fitossanitários, dentre eles, os ocasionados pelos fungos de solo causando principalmente o tombamento de plântulas, que é causado pelo fungo *Rhizoctonia solani* spp., o qual pode ocasionar perda de stand da cultura, por esse motivo o tratamento de sementes é primordial para o bom desempenho da cultura. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes tratamentos de sementes para a cultura da soja, para controle de rhizoctonia solani. Os tratamentos utilizados foram a testemunha sem tratamento de sementes e o tratamento com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁), *Bacillus firmus* linhagem I-1582 + Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₂), e o tratamento com fludioxonil + metalaxil-m + fipronil + *Bacillus subtilis* linhagem FMCH 002 + *Bacillus licheniformis* linhagem FMCH001 + *Bradyrhizobium elkanii* (T₃), todos os tratamentos juntamente com a testemunha foi feita a inoculação de rhizoctonia solani na linha de plantio. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação e no campo foi avaliado apenas a produtividade. Em casa de vegetação os parâmetros avaliados foram a germinação aos 7, 14 e 21 DAS, comprimento radicular (21 DAS). Os tratamentos T₂ e T₃ não tiveram diferença significativa entre os tratamentos conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, diferenciando do T₁ e da testemunha inoculada. Conclui-se que o tratamento com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁) se sobressai aos demais tratamentos nos parâmetros avaliados.

PALAVRAS-CHAVES: Produtividade. Tratamento de Sementes. Damping off.

ABSTRACT: One of the main problems for soybean development are phytosanitary problems, among them, those caused by soil fungi causing mainly seedling tipping, which is caused by the fungus *Rhizoctonia solani* spp., which can cause loss of crop stand, for this reason the treatment of seeds is paramount for the good performance of the crop. The present study aimed to evaluate the efficiency of different seed treatments for soybean crop, for control of rhizoctonia solani. The treatments used were the control without seed treatment and the treatment with pyraclostrobin + methyl thiophanate + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁), *Bacillus firmus* lineage I-1582 + Pyraclostrobin + Methyl thiophanate + Fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₂), and treatment with fludioxonil + metalaxil-m + fipronil + *Bacillus subtilis* lineage FMCH 002 + *Bacillus licheniformis* lineage FMCH001 + *Bradyrhizobium elkanii* (T₃), all treatment together with the control was inoculated rhizoctonia solani in the planting line. The test was conducted in a greenhouse and only productivity was evaluated in the field. In a greenhouse, the parameters evaluated were germination at 7, 14 and 21 DAS, root length (21 DAS). The Treatments T₂ and T₃ had no significant difference between the treatments according to the Tukey test at 5% probability of error, differentiating from T₁ and inoculated control. It was concluded that the treatment with pyraclostrobin + methyl thiophanate + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁) is based on the other treatments in the parameters evaluated.

KEYWORDS: Productivity. Seed Treatment. damping off.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max (L)*), é uma leguminosa, a qual é uma das culturas mais cultivadas a nível mundial, é a commodity que mais se destaca no território brasileiro (Marçal, 2019). Segundo Guimarães et.al (2016), podemos dizer, que o aumento da produção e o crescimento da capacidade de produção da soja está diretamente ligada com os avanços da tecnologia e da ciência quanto à disponibilização ao setor produtivo.

A produção de soja em grãos da safra 2021/22 é de 125,55 milhões de toneladas, as exportações são 77,20 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

Segundo Tavares et.al, (2014), o excelente desempenho da soja nos últimos anos, se deu pela utilização de sementes de alta qualidade e pela utilização de técnicas de tratamento de sementes com inseticidas, nematicidas, fungicidas, nutrientes e inoculantes, tendo como objetivo melhorar o desempenho da semente e das plântulas no campo.

E um dos principais empecilhos para o crescimento do cultivo de soja são os problemas fitossanitários, dentre eles, nematóides de solo e os ocasionados pelos fungos causando principalmente o tombamento de plântulas conhecida como Damping off, que é causado pelo fungo *Rhizoctonia solani spp.*, o qual pode ocasionar perda de stand da cultura (Marçal, 2019). Os primeiros sintomas ocorrem quando a temperatura está na faixa entre 25 ° C e 30 ° C e longos períodos de umidade.

O patógeno sobrevive no solo por meio de microescleródios, em restos de cultura e em hospedeiros alternativos. E a sua disseminação ocorre, principalmente, por meio de respingos de chuva e por contato entre plantas que podem sobreviver no solo por no mínimo um ano. (DIAS et.al, 2013). Podemos afirmar que o uso de defensivos agrícolas para o tratamento de sementes dá à planta condições de defesa, o que vai garantir um maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura (CASTRO, et.al. 2008).

Conforme vai aumentando o valor da semente e a importância de

proteger ou melhorar seu desenvolvimento a campo, aumenta a variedade de produtos disponíveis para tratamento de sementes e com diferentes objetivos, tanto no aspecto fisiológico como econômico (TAVARES et.al, 2014).

O tratamento de sementes tem como objetivo diminuir o inóculo de pragas associadas, assim como prevenir uma possível contaminação e facilitar o controle de insetos-pragas no desenvolvimento inicial da cultura. (EDUARDO, 2019). Portanto, algumas das recomendações importantes para o controle do patógeno na área é o tratamento de sementes.

Portanto, este trabalho tem como objetivos avaliar a eficiência de diferentes tratamentos de sementes na cultura da soja, para controle de *Rhizoctonia solani*.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estágio foi realizado no município de Itaara-RS, no Instituto Phytus localizado na Estrada da Barragem do Ibicuí, 3129- Estação, CEP: 97185-000 – Itaara-RS. O foi realizado sob a supervisão da responsável pela coordenação de microbiologia e tratamento de sementes, a Dra. Eng. Agrícola Caroline Gulart.

O experimento foi realizado, em casa de vegetação, no qual foram utilizados quatro tratamentos e quatro repetições, com bandejas e inoculando *Rhizoctonia solani* na linha em todos os tratamentos.

A cultivar utilizada de soja foi a BMX-ZEUS. Foi realizada a semeadura dia 05/04/2022, com 20 sementes por tratamento, conforme descrição no quadro abaixo:

Quadro 1. Descrição dos tratamentos, doses e categoria de produtos utilizados no experimento para avaliação da eficiência de diferentes tratamentos de sementes na cultura da soja, para controle do patógeno *Rhizoctonia solani*. Itaara-RS. 2022.

Tratamento	dose	categoria
Testemunha - Sem tratamento	-	Sementes
Ino Inoculação com R. solani	5 gramas	Patógeno
Piraclostrobina:Estrobilurinas+Tiofanato Metílico+ Fipronil	0,2 l.kg/ha	Fungicida +Inseticida

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Bactérias <i>Bradyrhizobium elkanii</i> SEMIA 587 e SEMIA 5019	0,2 l.kg/ha	Inoculante de adição das bactérias rizobactérias.
Inoculação com <i>R. solani</i>	5 gramas	Patógeno
Piraclostrobina: Estrobilurinas+Tiofanato Metílico + Fipronil	0,2 l.kg/ha	Fungicida +Inseticida
<i>Bacillus firmus</i> linhagem I-1582	0,1 l.kg/ha	Nematicida biológico de contato
Bactérias <i>Bradyrhizobium elkanii</i> SEMIA 587 e SEMIA 5019	0,2 l.kg/ha	Inoculante de adição das bactérias rizobactérias
Inoculação com <i>R. solani</i>	5 gramas	Patógeno
Fludioxonil+Metalaxil-M	0,1 l.kg/ha	Fungicida sistêmico e de contato.
Fipronil	0,1 l.kg/ha	Inseticida de contato e ingestão
<i>Bacillus subtilis</i> linhagem FMCH002(DSM32155)+ <i>Bacillus licheniformis</i> linhagem FMCH001(DSM32154)	0,1 l.kg/ha	Nematicida biológico, que atua por contato.
Bactérias <i>Bradyrhizobium elkanii</i> SEMIA 587 e SEMIA 5019	0,2 l.kg/ha	Inoculante de adição das bactérias rizobactérias.
Inoculação com <i>R. solani</i>	5 gramas	Patógeno.

Foi preparado dezesseis bandejas com uma parte de areia e duas de terra e feita a mistura e posto nas bandejas e levadas à casa de vegetação, em laboratório foram replicados os plugs com o patógeno nas placas petri com o meio de cultura (BDA). Após uma semana foi feita os plugs de rizoctonia e colocado dentro do pacote de polietileno contendo 250g de arroz autoclavado, e vedado e colocado na micoteca em uma temperatura de 23°C a 24 °C para o crescimento do fungo, que levou uma semana, depois desse período, foi triturado esse arroz no mixer, com farinha de centeio na quantidade de 4 a 5 colheres de sopa, a farinha serve para dar liga e também como substrato para o fungo e depois é pesado uma quantia de 5 gramas de inóculo para cada bandeja.

Após a inoculação de *Rhizoctonia solani* sp., na linha de todas as bandejas, realizou-se a semeadura com as sementes já tratadas com respectivos produtos e dosagem conforme descritos no quadro 1. A inoculação foi feita no dia da semeadura que foi realizada dia 05/04/22 foram semeadas cinco sementes por linha e em cada bandeja foram feitas quatro linhas. Após sete dias (12/04/22) foi feita a primeira avaliação de emergência, depois aos quatorze (19/04/22) e vinte um dia (26/04/22).

Após 21 dias após a semeadura (DAS) foi avaliado o comprimento de

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

raiz. O procedimento para avaliação das raízes, foram retiradas as plantas das bandejas com todo cuidado para não haver danos nas raízes e lavadas em água corrente, e somente depois foi medido o comprimento delas com auxílio de uma régua. Depois das avaliações os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância através do Teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os primeiros dados obtidos foram de emergência que foram avaliados aos sete dias após a semeadura, depois aos 14 e 21 dias, conforme o quadro 2. Os resultados obtidos para a germinação dos 7 DAS aos 14 DAS, com sementes de soja tratadas com fungicida inseticida, contendo o inseticida Fipronil do grupo pirazol, e os fungicidas Piraclostrobina do grupo das estrobilurinas e Tiofanato Metílico do grupo dos benzimidazóis, seletivo para a cultura da soja, o segundo tratamento utilizando um nematicida biológico, mais um fungicida inseticida (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil) e o Gelfix 5. O terceiro tratamento utilizando o um fungicida de contato contendo metalaxil-m, mais um inseticida de contato e ingestão do grupo pirazol, juntamente com um nematicida biológico que atua por contato. Não obtiveram diferenças significativas entre o tratamento em relação à testemunha.

Quadro 2. Avaliação de germinação dos tratamentos aos 7, 14 e 21 DAS, na casa de vegetação, Comprimento de raiz (cm), aos 21 DAS e produtividade (kg/ha⁻¹) a campo. Teste de Tukey a 5 % de probabilidade de erro. Itaara-RS. 2022.

TRATAMENTOS	Germinação			Comprimento de raiz (cm)	Produtividade (kg/ha ⁻¹)
	7 DAS (%)	14 DAS (%)	21 DAS (%)		
Testemunha	21,34 a	32,00 a	50,68 c	16,80 c	1.881,06 c
Tratamento 1	34,66 a	52,00 a	78,68 a	26,80 a	2.369,07 a
Tratamento 2	31,99 a	41,32 a	74,66 ab	21,40 ab	2.248,75 ab

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Tratamento 3	39,99 a	48,00 a	77,34 ab	23,40 ab	2.348,75 ab
Média Geral	31,99			19,09	2.218,17

CV (%)	28,02			26,03	8,71
--------	-------	--	--	-------	------

Somente aos 21 DAS, foi observado que no tratamento com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁), houve diferenças significativas em relação à testemunha e aos demais tratamentos. Podemos observar que conforme o resultado da germinação aos 21 DAS, refletiu na produtividade a campo onde o tratamento 1 se diferenciou dos demais tratamentos.

Balardin et.al (2011), constatou no trabalho realizado sobre tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja, induziu a emergência aos 7 e 28 dias após a emergência, em seus resultados apenas os tratamentos com fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina e abamectina + thiamethoxam + fludioxonil + mefenoxam + thiabendazole, proporcionaram um aumento expressivo na emergência de plantas, comprovando que agregação de inseticida\ fungicida é essencial para potencializar o benefício promovido pelo tratamento de sementes.

O patógeno *Rhizoctonia* sp., é amplamente diversificado, pois é responsável por gerar perdas consideráveis de várias culturas comerciais importantes no Brasil e no mundo. O patógeno pode afetar a planta em qualquer estágio do ciclo vegetativo, principalmente as raízes, pois o fungo tem alta capacidade de sobrevivência no solo (COSTA, 2018).

Em relação a produtividade a campo, constatamos uma diferença entre a testemunha inoculada e o tratamento com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁), foi que a testemunha teve uma estimativa média de produtividade de 30 sacas\ha, e o tratamento de

sementes com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium*
TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga:
UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

elkanii (T₁) teve uma média de produtividade de 41 sacas\ha, apresentou uma perda estimada em média de 11 sacas\ha.

Tendo conhecimento que o patógeno afeta principalmente as raízes, a segunda avaliação teve como objetivo avaliar o comprimento de raiz conforme o quadro 1, nota se que o tratamento com *Bacillus firmus* linhagem I-1582 + Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₂), e o tratamento com fludioxonil + metalaxil-m + fipronil + *Bacillus subtilis* linhagem FMCH 002 + *Bacillus licheniformis* linhagem FMCH001 + *Bradyrhizobium elkanii* (T₃), não obtiveram diferenças significativas entre eles, sendo o tratamento de sementes contendo piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁) que melhor se destacou, se diferenciando dos demais tratamentos e também da testemunha, com dosagens conforme o quadro 1.

Levando consideração os resultados obtidos no comprimento de raiz em casa de vegetação, onde o tratamento 1 foi o que teve maior comprimento (26,8 cm), foi a maior produtividade a campo produzindo 2.369,07 kg\ha. E pode se desenvolver melhor a campo se diferenciando da testemunha e sobressaindo dos demais tratamentos.



FIGURA 1. Foto comparativa da testemunha inoculada e o tratamento 1, que foi usado STANDAK TOP® (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil) e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) em casa de vegetação aos 21 DAS. (FONTE: Autora,2022.)

Podemos observar que nas imagens que o (T_1), a diferença entre o volume de raiz e a estatura de planta, que conforme o quadro 2, o tratamento com piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil e mais o inoculante contendo bactérias *Bradyrhizobium elkanii* SEMIA 587 e SEMIA 5019, foi o que se destacou na casa de vegetação, e abaixo podemos observar as plantas coletadas a campo, o qual a testemunha se encontra com um volume de raiz menor em relação ao (T_1).



FIGURA 1.1 Foto comparativa da testemunha inoculada e o (T_1), que foi usado STANDAK TOP® (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil) e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) a campo aos 30 DAS.

(FONTE: CAROL GULART, 2021. INSTITUTO PHYTUS, ITAARA-RS.)

Segundo o trabalho realizado por BALARDIN et.al, (2011) sobre tratamentos de sementes com fungicidas e inseticidas em plantas de soja, observou que com déficit hídrico, o tratamento com fipronil + tionato metílico + piraclostrobina, teve um aumento significativo na estatura de planta, comprimento radicular, volume radicular, massa seca da parte aérea, massa seca radicular e aérea foliar.



FIGURA 2. Foto comparativa da testemunha inoculada e o (T₂), que foi usado STANDAK TOP® (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil), Votivo Prime (Nematicida microbiológico de contato) e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) em casa de vegetação aos 21 DAS (FONTE: AUTORA, 2022.)

Podemos observar diferença visual do tratamento com *Bacillus firmus* linhagem I-1582 + Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₂), em casa de vegetação, comparado com o mesmo tratamento mais, porém a campo, podemos observar o desenvolvimento radicular bem maior tanto a campo, quanto em casa de vegetação que foi melhor em relação a testemunha.



FIGURA 2.1. Foto de campo do (T₂), que foi usado STANDAK TOP® (Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil), Votivo Prime (Nematicida microbiológico de contato) e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) a campo aos 30 DAS (FONTE: CAROL GULART, 2021. INSTITUTO PHYTUS, ITAARA-RS.)

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Conforme o teste de tukey a 5 % de probabilidade de erro, o tratamento com *Bacillus firmus* linhagem I-1582 + Piraclostrobina + Tiofanato metílico + Fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₂) e o tratamento com fludioxonil + metalaxil-m + fipronil + *Bacillus subtilis* linhagem FMCH 002 + *Bacillus licheniformis* linhagem FMCH001 + *Bradyrhizobium elkanii* (T₃), não obtiveram diferença significativa em relação a germinação aos 21 DAS, comprimento radicular e em produtividade. Apenas se diferenciam da testemunha inoculada.



FIGURA 3. Comparativo entre a testemunha inoculada com o (T₃), contendo os produtos para tratamento de sementes que foram o APRON® RFC é Fungicida sistêmico e de contato, (Fludioxonil +Metalaxil-M), mais SOURCE® é um inseticida de Contato e Ingestão (Fipronil), PRESENCE® é um Nematicida microbiológico (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) em casa de vegetação aos 21 DAS.
(FONTE: AUTORA, 2022.)

Conforme as imagens o tratamento com fludioxonil + metalaxil-m + fipronil + *Bacillus subtilis* linhagem FMCH 002 + *Bacillus licheniformis* linhagem FMCH001 + *Bradyrhizobium elkanii* (T₃), observa que o desenvolvimento do sistema radicular foi bem menor a campo, os sintomas de rhizoctonia estão bem mais aparentes nas plantas coletadas a campo, onde podemos observar várias manchas escurecidas nas raízes.

FIGURA 3.1. Foto de campo do (T₃), contendo os produtos para tratamento de sementes que foram o APRON® RFC é Fungicida sistêmico e de contato, (Fludioxonil +Metalaxil-M), mas SOURCE® é um inseticida de Contato e Ingestão (Fipronil), PRESENCE® é um Nematicida microbiológico (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) a campo aos 30 DAS



FIGURA 3.1. Foto de campo do (T₃), contendo os produtos para tratamento de sementes que foram o APRON® RFC é Fungicida sistêmico e de contato, (Fludioxonil +Metalaxil-M), mas SOURCE® é um inseticida de Contato e Ingestão (Fipronil), PRESENCE® é um Nematicida microbiológico (*Bacillus subtilis* e *Bacillus licheniformis*), e mais o inoculante comercial GELFIX (adição das bactérias rizobactérias) a campo aos 30 DAS (FONTE: CAROL GULART, 2021. INSTITUTO PHYTUS, ITAARA-RS.)

O patógeno ataca os tecidos vegetais mais novos das sementes recém emergidas e apodrecem, os sintomas a serem observados são os da região do colo de plântulas próximo ao solo, a onde surgem o aparecimento de manchas encharcadas que vão rapidamente evoluindo para lesões mais profundas causando uma redução do caule, que por estar afetado, tende a pender. (DIAS et.al, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto podemos concluir que os resultados obtidos em relação a germinação aos 21 DAS o tratamento (T₁), houve diferenças significativas em relação à testemunha e aos demais tratamentos. Podemos observar que conforme o resultado da germinação aos 21 DAS, refletiu na produtividade a campo onde o (T₁), se diferenciou dos demais tratamentos. Conforme o trabalho realizado o tratamento com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil + *Bradyrhizobium elkanii* (T₁) se sobressai aos demais tratamentos nos parâmetros avaliados.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

REFERÊNCIAS

BALARDIN, Ricardo Silveiro, Felipe Dalla Lana da Silva, Daniel Debona, Gerson Dalla Corte, Diego Dalla Favera, Nédio Rodrigo Tormen. **Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja.** Disponível: <https://www.scielo.br/j/cr/a/3pLQn6t6xZ4q5dXy69RFfwR/?format=pdf&lang=pt>

CASTRO, GUSTAVO Spadotti Amaral, Julio Cesar Bogiani, Matheus Gustavo da Silva, Eduardo Gazola, Ciro Antonio Rosolem. **Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante.** Disponível: <https://www.scielo.br/j/pab/a/V54sf96bWmNXp5jJv4BzxpB/#>

CONAB. Produção de grãos atinge recorde na safra 2021/22 e chega a 271,2 milhões de toneladas. <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4744-producao-de-graos-atinge-recorde-na-safra-2021-22-e-chega-a-271-2-milhoes-de-toneladas>.

COSTA, MARÍLIA OLIVEIRA. **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA E MOLECULAR (ITS-rDNA) DE FUNGOS RHIZOCTONIA ISOLADOS DE SOLOS BRASILEIROS.** Disponível: https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/228/1/Mar%C3%ADia_TCC_2019.pdf

DIAS, PEDRO PAULO, Ricardo Luis Louro Berbara, Maria do Carmo de Araújo Fernandes. **Controle de Rhizoctonia solani e Fusarium oxysporum f.sp. phaseoli por biopreparados de isolados de Trichoderma spp.** Disponível: <https://www.scielo.br/j/sp/a/GFN9QNB4JS7DV7zbpPrNsmw/>

GUIMARÃES, VANDEIR FRANCISCO, Lucas Guilherme Bulegon, Leandro Rampim, Jeferson Klein, Débora Kestring, Andre Gustavo Battistus, e Adriano Mitio Inagaki. **COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DA SOJA SUBMETIDA À INOCULAÇÃO DE Bradyrhizobium E Azospirillum.** Components of Production and Yield of Soybean Inoculated with Bradyrhizobium and Azospirillum. Disponível: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n2/2395-8030-tl-34-02-00169.pdf>.

MARÇAL, LUCAS. **NEMATICIDAS NO MANEJO DE NEMATÓIDES NA CULTURA DA SOJA.** Urutaí, 2019. Disponível: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/613/1/tcc_Lucas%20Mac%20edo%20Mar%20C3%A7al.pdf.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TAVARES, LIZANDRO CICILIANO, André Oliveira de Mendonça, Zarela Casas Navarro Zanatta, André Pich Brunes, Francisco Amaral Villela.

EFEITO DE FUNGICIDAS E INSETICIDAS VIA TRATAMENTO DE SEMENTES SOBRE O DESENVOLVIMENTO INICIAL DA SOJA.

Disponível:

<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014a/AGRARIAS/efeito%20de%20fungicidas.pdf>

DIAGNÓSTICO DE AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) COM SUSPEITA DE RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A HERBICIDAS

Greice Redivo
João Paulo Nimes
Marietta Pastal
Silmara Rodrigues Pietrobelli

RESUMO: O azevém (*Lolium multiflorum*), de fecundação cruzada, é uma gramínea de inverno utilizada principalmente como forrageira e para fornecimento de palha ao sistema plantio direto. O aparecimento de resistência a um herbicida em uma população de plantas se deve à seleção de um biótipo resistente preexistente, que resulta da pressão de seleção, exercida por repetidas aplicações de um mesmo herbicida ou herbicidas com mesmo mecanismo de ação, encontrando condições para multiplicação. A resistência de plantas daninhas a herbicidas, como o caso do azevém, assumem grande importância no manejo, principalmente em razão do limitado número de herbicidas alternativos para serem usados no controle dos biótipos resistentes. Assim diagnosticar a resistência em uma população rapidamente e de forma eficaz, ajuda a prevenir a disseminação de sementes resistentes na área, favorecendo o manejo. Baseado no contexto objetivou-se com este trabalho, diagnosticar biótipos de azevém, com suspeita de resistência múltipla aos mecanismos de ação ALS, ACCase e EPSPS. O trabalho foi conduzido avaliando - se 11 genótipos de azevém, coletados na região de abrangência da Cooperativa Agrária Agroindustrial em áreas de cooperados próprios e alguns biótipos coletados em áreas de produtores terceiros, não cooperados. Três tratamentos de herbicidas foram testados nesse trabalho, sendo eles: 1- Glyphosate, (marca comercial Roundup Transorb), 2- Clotodim (marca comercial Select) e 3- Iodosulfurom metílico (marca comercial Hussar). Dos 11 biótipos testados tivemos resultados consideráveis para os mecanismos de ação da ACCase e EPSPS, mas nenhum resultado considerável para o mecanismo de ação ALS.

PALAVRAS-CHAVE: Biótipos. Resistência. Herbicidas. Azevém.

ABSTRACT: Cross-fertilization (*Lolium multiflorum*) is a winter grass used mainly as a forage and for the supply of straw to the no-tillage system. The appearance of resistance to a herbicide in a plant population is due to the selection of a pre-existing resistant biotype, which results from the selection pressure, exerted by repeated applications of the same herbicide or herbicides with the same mechanism of action, finding conditions for multiplication. Weed resistance to herbicides, such as azevém, assume great importance in management, mainly due to the limited number of alternative herbicides to be used in the control of resistant biotypes. Thus diagnosing resistance in a population quickly and effectively, helps prevent the spread of resistant seeds in the area, favoring management. Based on the context, the objective of this work was to diagnose ryegrass biotypes, with suspected multiple resistance to the mechanisms of action ALS, ACCase and EPSPS. The study was conducted evaluating - 11 ryegrass genotypes, collected in the region covered by the Agrária Agroindustrial Cooperative in areas of their own cooperatives and some biotypes collected in areas of third-party producers, not cooperated. Three herbicide treatments are tested in this work: 1- Glyphosate, (Trademark Roundup Transorb), 2- Clotodim (Select trademark) and 3- Methylic Iodosulfurom (Hussar trademark). Of the 11 biotypes tested we had considerable results for the mechanisms of action of ACCase and EPSPS, but no considerable results for the ALS mechanism of action.

KEYWORDS: Biotypes. Resistance. Herbicides. Azevem.

1 INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum*), de fecundação cruzada, é uma gramínea de inverno, com ciclo anual, utilizada principalmente como forrageira e para fornecimento de palha ao sistema plantio direto. É uma espécie que se adapta bem a solos de baixa e média fertilidade, com boa resposta à adubação, de fácil dispersão e, por isso, está presente praticamente em todas as lavouras de inverno e caracteriza-se então como uma planta daninha (VARGAS, L. et al., 2007).

Nas culturas do trigo, da cevada, do centeio e do triticale, o azevém, muitas vezes já está presente por ocasião da semeadura de culturas anteriores como soja, que é um vetor para o azevém (VARGAS, L. et al., 2007). Especialmente em trigo e cevada as perdas podem ser superiores de 50% da produção, dependendo da densidade populacional (AGOSTINETTO et al., 2008). Como o azevém é considerado uma planta daninha, o controle mais comum utilizado é a aplicação de herbicidas.

Segundo Vargas et al. (1999) a planta é sensível a um herbicida quando o seu crescimento e desenvolvimento são alterados pela ação do produto, assim, uma planta sensível pode morrer quando submetida a determinada dose de herbicida. Eles relatam também que a resistência é a capacidade da planta em sobreviver a determinados tratamentos. Apresenta-se então que o uso indiscriminado de herbicidas proporciona o desenvolvimento de muitos casos de resistência a tais compostos químicos (BURNSIDE, 1992).

O aparecimento de resistência a um herbicida em uma população de plantas se deve à seleção de um biótipo resistente preexistente, que resulta da pressão de seleção, exercida por repetidas aplicações de um mesmo herbicida ou herbicidas com mesmo mecanismo de ação, encontrando condições para multiplicação (BETTS et al., 1992).

Herbicidas inibidores da EPSPS, a base de Glyphosate, são de baixo custo para o produtor e utilizado em larga escala no momento da dessecação pré semeadura de cereais de inverno e das culturas de verão, como a soja e o milho. Devido ser um herbicida não seletivo, foi muito utilizado para o controle do azevém, com isso houve uma pressão de seleção sobre essa molécula, ocorrendo dois primeiros casos de resistência ao glifosato no Brasil, identificados no Rio Grande do Sul na cidade de Vacaria no ano de 2003 e em seguidano Paraná (ROMAN et al, 2004).

Segundo Vargas, Gazziero; Agostinetto e Karam (2012), com o surgimento da resistência do azevém ao Glyphosate, os herbicidas inibidores da enzima acetolactato sintase (ALS) e da enzima Acetyl-CoA carboxylase (ACCase) tornaram-se a principal ferramenta para o controle de azevém. Os herbicidas inibidores da ALS passaram a ser muito utilizados tanto na cultura do trigo como na cultura do milho, de forma isolada, ocorrendo nova pressão de seleção sobre a população de azevém, selecionando novos biótipos de azevém resistente a ALS em 2010 (VARGAS et al, 2015). Os inibidores de ACCase também foram muito utilizados na dessecação pré-plantio e em pós emergência da cultura da soja. O uso intenso desse mecanismo de ação, por mais que houvessem um número maior de moléculas disponíveis, também se resultou na seleção de biótipos resistentes.

A resistência múltipla caracteriza-se, nos casos mais simples, em dois ou mais mecanismos que conferem resistência a apenas um herbicida ou a um grupo de herbicidas. Já os casos mais complexos, são aqueles em que dois ou mais mecanismos conferem resistência a diversos herbicidas de diferentes grupos químicos. Além disso, as dificuldades de controle dos herbicidas resistentes aumentam ainda mais quando os mecanismos que conferem resistência estão relacionados ao local de ação. Para controlar estas plantas daninhas, é necessário empregar misturas de herbicidas que não tenham sua atividade afetada pelos mecanismos de resistência em questão (VARGAS, L;

ROMAN, E. S; 2006).

Devido à essa série de casos confirmados de resistência, temos então, biótipos de azevém resistentes ao glifosato e aos inibidores da ACCase e biótipos resistentes ao glifosato e inibidores da ALS (VARGAS, GAZZIERO, AGOSTINETTO & KARAM, 2012). Segundo Vargas et al. (2015) a situação pode ficar ainda mais grave, já que a resistência tripla, aos três mecanismos de ação (EPSPS + ALS + ACCase), no mesmo biótipo não vai demorar a acontecer.

Segundo Vargas et al. (1999) resistência de plantas daninhas a herbicidas, como no caso do azevém, assumem grande importância no manejo, principalmente em razão do limitado número de herbicidas alternativos para serem usados no controle dos biótipos resistentes. O número de ingredientes ativos disponíveis é bastante restrito e o desenvolvimento de novas moléculas é difícil e oneroso, portanto, diagnosticar a resistência em uma população rapidamente e de forma eficaz, ajuda a prevenir a disseminação de sementes resistentes na área, favorecendo o manejo.

Baseado nesse contexto, objetivou-se com este trabalho, diagnosticar biótipos de azevém, com suspeita de resistência múltipla aos mecanismos de ação ALS, ACCase e EPSPS, coletados na região de abrangência da Cooperativa Agrária Agroindustrial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano de 2020 em casa de vegetação da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), localizada no município de Guarapuava – PR, no distrito de Entre Rios. Com início no mês de maio, o trabalho foi conduzido avaliando-se 11 genótipos de azevém, coletados na região de abrangência da Cooperativa Agrária Agroindustrial em áreas de cooperados próprios e alguns biótipos coletados em áreas de produtores terceiros, não cooperados.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

As sementes dos biótipos avaliados foram semeadas em copos plásticos de polipropileno, com capacidade de 400 mL, e neles depositou-se uma quantidade de solo oriundo de lavoura comercial, sendo esse, bem corrigido e sem problemas para o desenvolvimento das plantas. Encheu-se os copos, deixando aproximadamente dois centímetros até a borda superior. Após, semeou-se uma quantidade generosa de sementes, cobrindo as mesmas com solo até a borda do copo.

Monitorou-se, todos os dias, a umidade do solo presente nos copos, para que não houvesse estresse hídrico, garantindo uma boa germinação dos biótipos. Assim que as sementes germinaram, realizou-se um raleio uniformizando todos os copos com cinco plantascada. Os 11 biótipos foram identificados com um número qualquer, para que não houvesse amenação do nome dos cooperados e não cooperados no trabalho.

Três tratamentos de herbicidas foram testados nesse trabalho, sendo eles: 1- Glyphosate, (marca comercial Roundup Transorb) cujo mecanismo de ação é na inibição da enzima EPSPS; 2- Cletodim (marca comercial Select) no qual, o mecanismo de ação é comoinibidor da ACCase; 3- Iodosulfurom metílico (marca comercial Hussar) como inibidor da ALS. Esses três herbicidas citados foram trabalhados em uma curva de doses, sendo 25%, 50%, 75%, 100%, 2, 4 e 8 vezes a dose de rótulo recomendada para cada produto. Aliado a esse tratamentos, testemunhas sem aplicação foram alocadas, servindo de parâmetro de evolução de controle.

A aplicação dos tratamentos foi realizada no dia 29 de junho, fazendo uso de um pulverizador costal pressurizado com CO₂, mantendo pressão constante de 1,5 bar e aspergindo volume de calda de 150 L ha⁻¹. Foram realizadas quatro avaliações de controle, sendo aos 10, 20, 30 e 40 dias após a aplicação (DAA). Utilizou-se escala percentual de avaliação, onde 0% significou nenhuma injúria na planta de azevém e 100% significou controle total das plantas alojadas nos copos. A eficiência de controle do azevém foi avaliada

por meio de observações visuais, onde foram atribuídas notas de 0% (zero) a 100% (cem), onde 0% representou ausência de dano e 100% morte total das plantas.

Depois de todas as avaliações realizadas, os dados foram compilados em uma planilha Excel, para realizar a análise estatística e assim poder ver qual biótipo apresentou resistência e qual produto foi mais eficiente no controle das plantas daninhas testadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

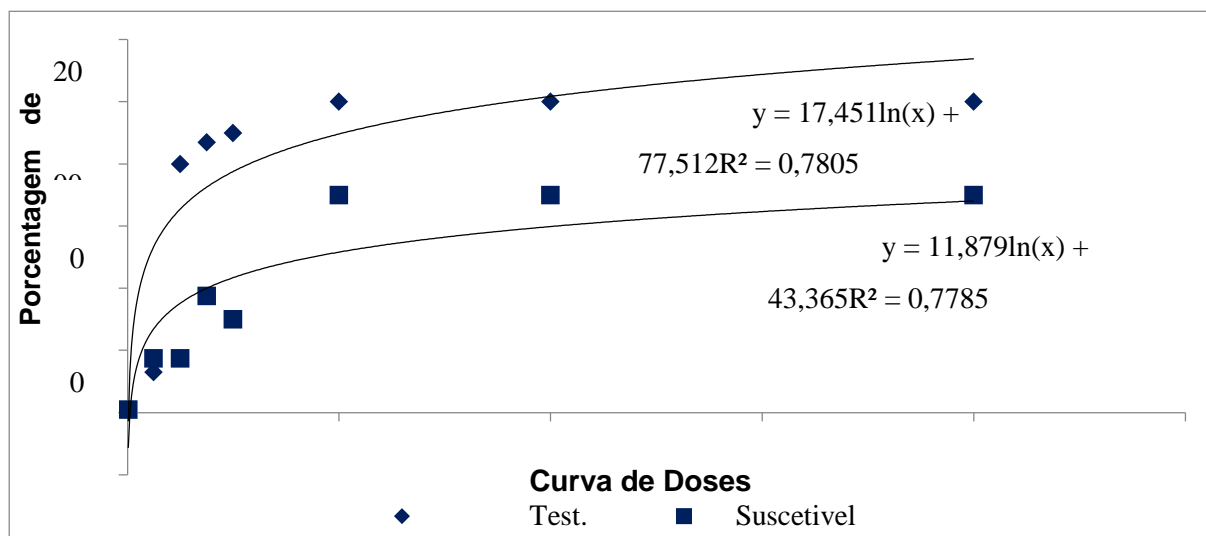
Dos 11 biótipos testados, obtivemos resultados consideráveis para os mecanismos de ação da ACCase e EPSPS, mas nenhum resultado considerável para o mecanismo de ação ALS, pois no biótipo suscetível não houve nenhum controle aceitável para confirmar resistência, assim esse mecanismo de ação não entrou nos resultados finais do trabalho.

No tratamento com Glyphosate (EPSPS) e Cletodim (ACCase), obtivemos vários biótipos com resistência, em alguns dos casos podemos notar que o controle não chegou nos 90% utilizando a dose de rótulo de cada produto. Esse valor de 90% foi o valor decidido para não relatar resistência, e se essa porcentagem for abaixo dos 90% tem-se, então, uma resistência significativa do biótipo sobre um desses produtos.

Como podemos ver (gráfico 1), o Suspeito 20 obteve apenas 60% de controle utilizando 8 vezes a dose de rótulo, e com a dose de rótulo se obteve apenas 40% de controle, mostrando assim que este biótipo é resistente ao Glyphosate (EPSPS). Relatou-se também, que para o inibidor de ACCase, o biótipo Suspeito 20 (gráfico 2), obteve na sua dose de rótulo um controle de 90%, e utilizando duas vezes a dose do rótulo obteve-se um controle de 100%, mostrando assim que para o Cletodim esse biótipo não é resistente.

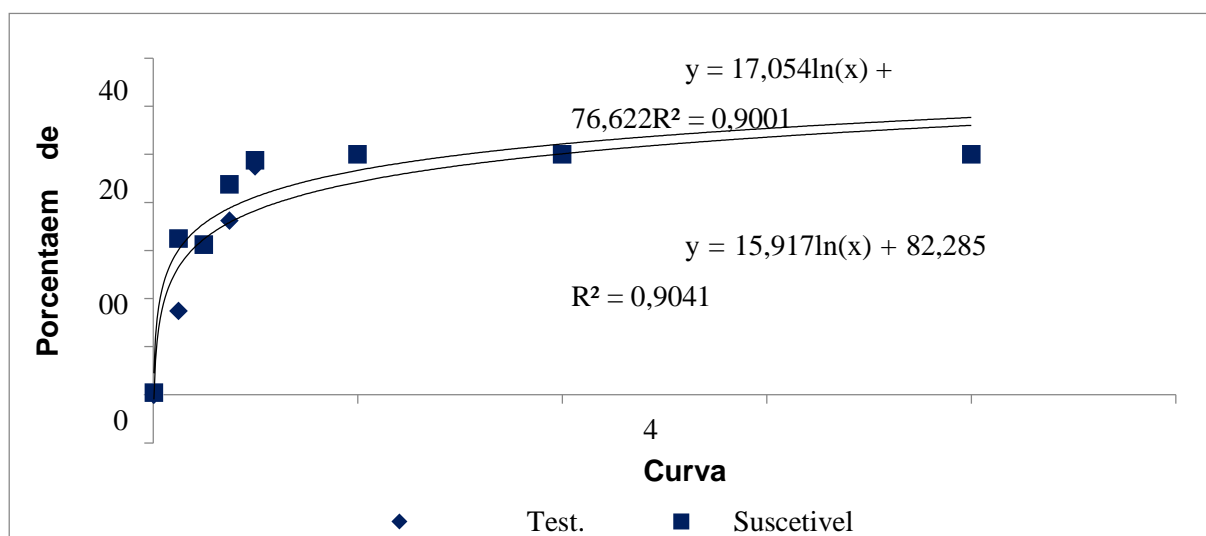
Christoffoleti e Ovejero (2004) relatam que os biótipos resistentes

ocorrem naturalmente em baixa frequência, mas, com a alta pressão de seleção exercida pela aplicação repetitiva de herbicidas, aumentam a frequência dos indivíduos resistentes nas populações.



Fonte: O Autor (2020).

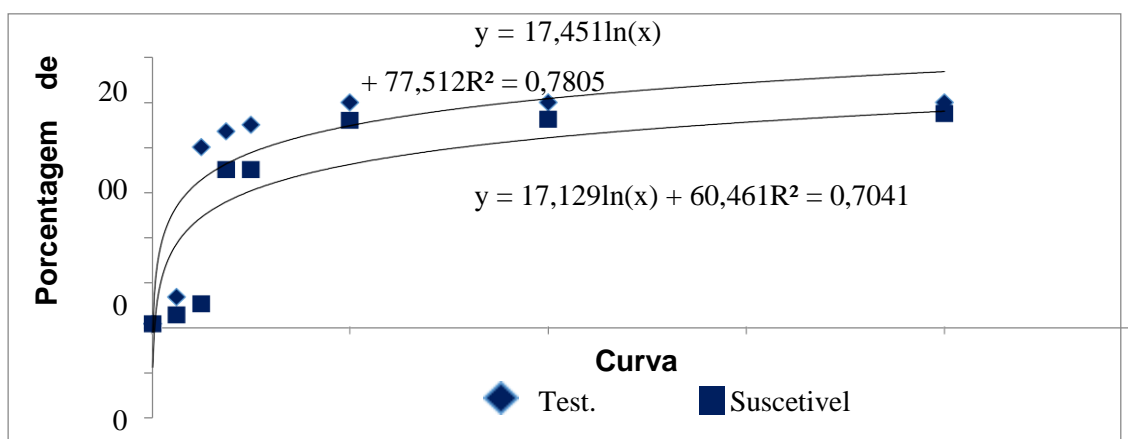
Gráfico 2. Nível de controle do Suspeito 20 com Cletodim, 2020.



Fonte: O Autor (2020).

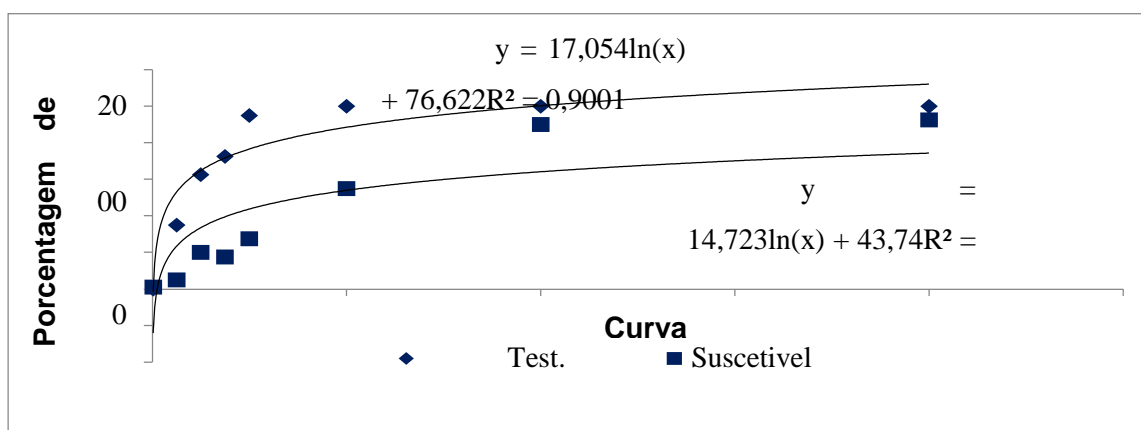
Para o suspeito 27 (gráfico 3), obteve-se com a dose de rótulo um controle de 70%, e com duas vezes a dose de rótulo obteve-se um controle de 90%, que é considerável para não ser resistente, porém, a dose do Glyphosate deve ser dobrada para que esse suspeito tenha controle. Utilizando-se a dose dobrada do produto, para que haja a morte desse suspeito, pode-se ocorrer uma nova pressão em cima desse biótipo, causando assim uma resistência maior. Já para o Cletodim (gráfico 4), o suspeito 27 obteve apenas um controle de 30% na dose de rótulo, e utilizando 4 e 8 vezes a dose de rótulo o controle foi de 90%, porém, com essas doses elevadas, a pressão sobre o biótipo será maior podendo resultar em um problema futuro de resistência.

Gráfico 3.



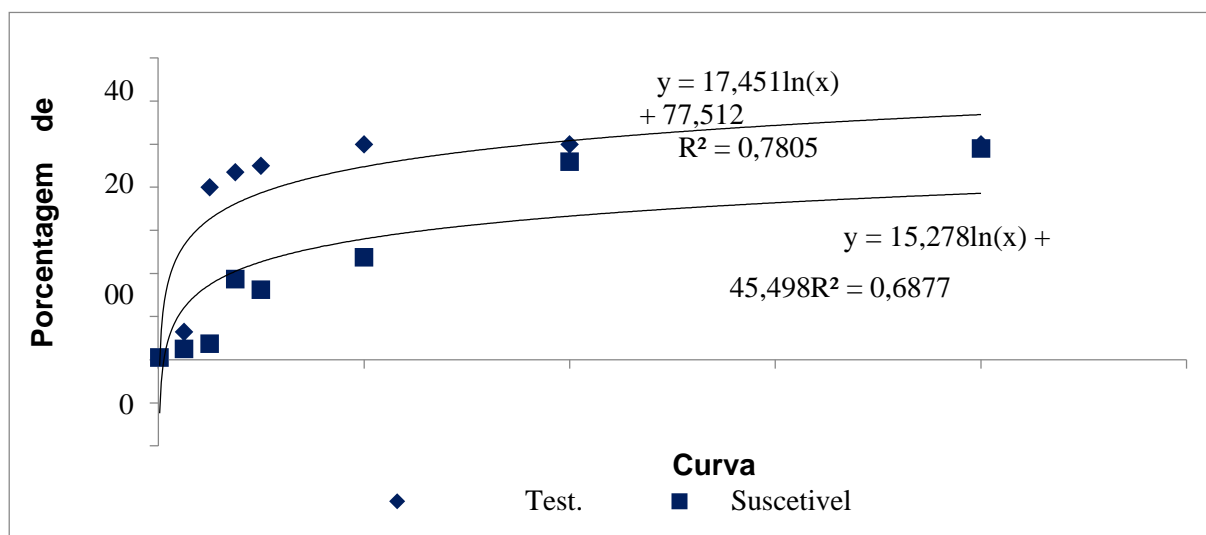
Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 4. Nível de controle do Suspeito 27 com Cletodim, 2020.



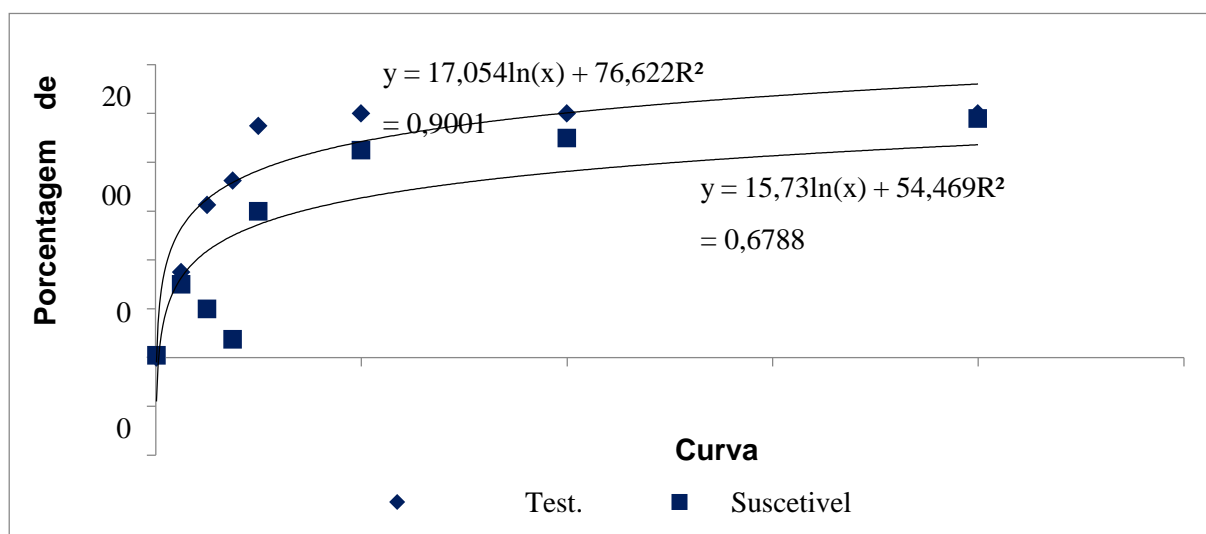
No suspeito 28 (gráfico 5), a dose de rótulo do Glyphosate controlou apenas 40%, sendo necessário usar 4 vezes a dose de rótulo para um controle satisfatório, gerando assim mais uma vez a pressão. E para o inibidor da ACCase (gráfico 6), obteve-se um controle de 60% utilizando a dose de rótulo, e utilizando 4 ou 8 vezes a dose do rótulo obteve-se um controle satisfatório, podendo causar problemas de resistência no futuro.

Gráfico 5.



Fonte: O Autor (2020).

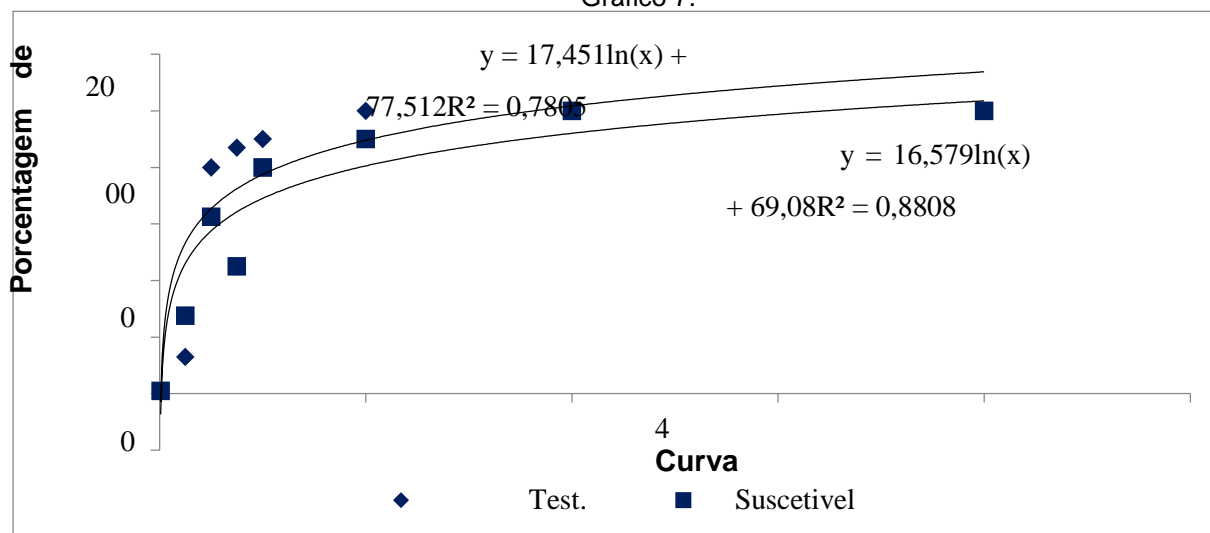
Gráfico 6. Nível de controle do Suspeito 28 com Cletodim, 2020.



Fonte: O Autor (2020).

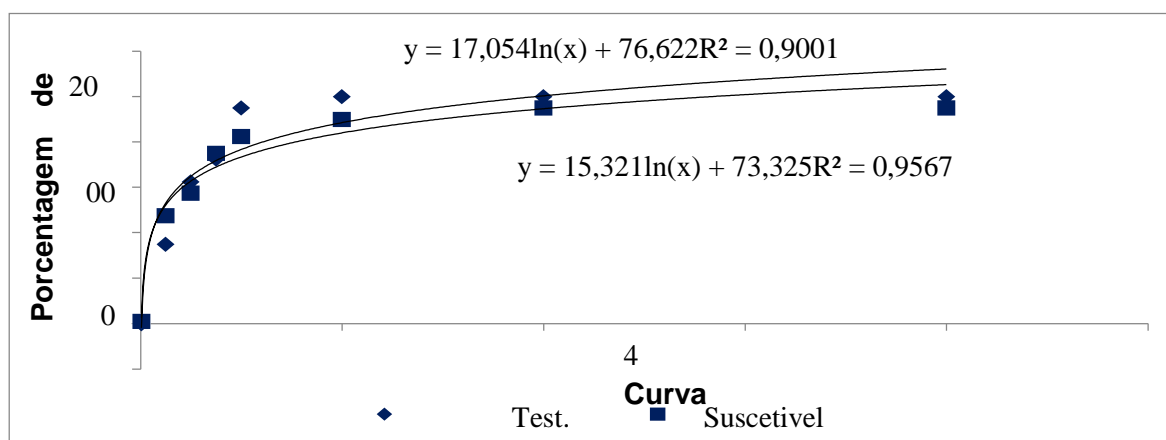
Para o suspeito 29 (gráfico 7), o controle foi de 80% com a dose de rótulo do Glyphosate, mas, utilizando 2 vezes a dose de rótulo, o controle foi de 90%. Outra opção que resolveria, seria usar 4 vezes a dose de rótulo resultando num controle de 100%, mas, podendo assim acarretar problemas futuros com a resistência. Para o Cletodim (gráfico 8), a dose de rótulo controlou 80% e utilizando-se 2 vezes a dose do rótulo o controle foi significativo com 90%.

Gráfico 7.



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 8. Nível de controle do Suspeito 28 com Cletodim, 2020.

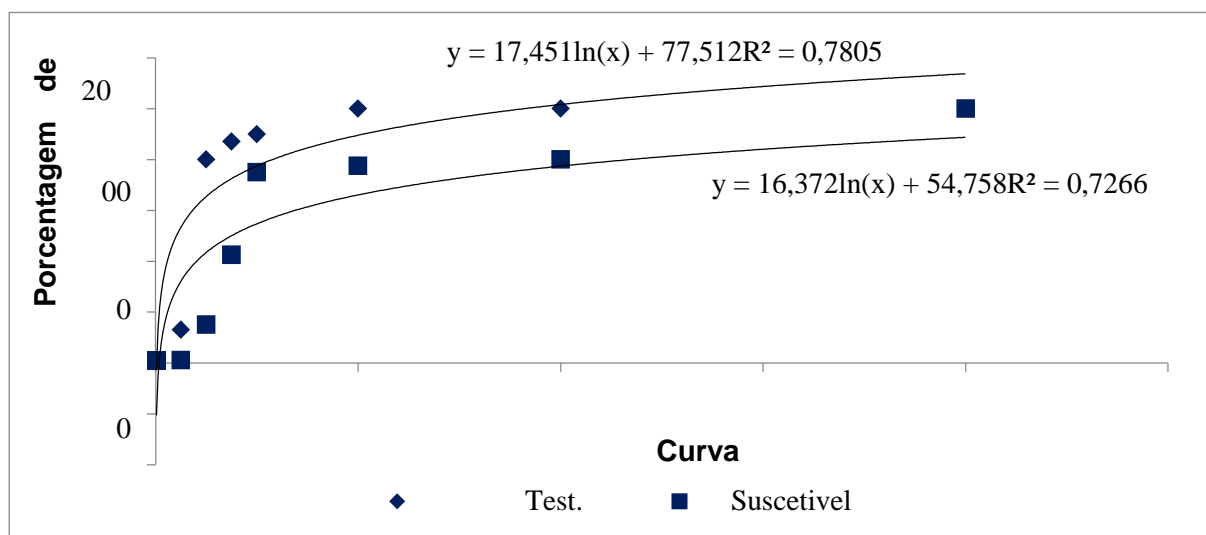


Fonte: O Autor (2020).

Em comparação do suspeito 30 com o suscetível (gráfico 9), é possível

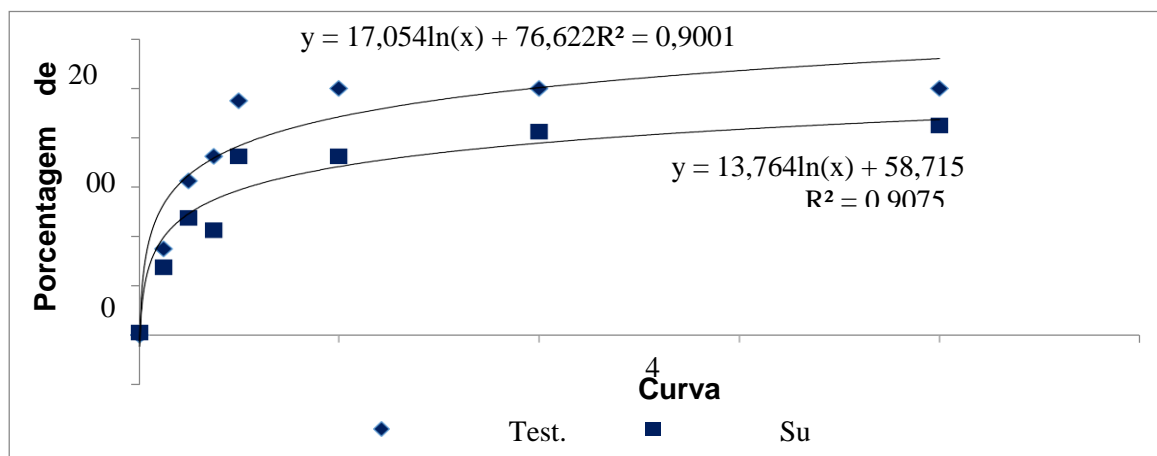
verificar que os suscetível obteve controle de 90% para o Glyphosate na dose de rótulo, e o suspeito 30 teve apenas 75% de controle para a dose do rótulo, sendo possível observar uma resistência do suspeito 30 com o Glyphosate. Já para o Cletodim (gráfico 10), o suscetível também teve controle com a dose de rótulo, mas, para o suspeito 30, o Cletodim na dose de rótulo controlou apenas 70% das plantas e, mesmo com 4 e 8 vezes a dose de rótulo, o controle foi apenas de 80%, resultando resistência.

Gráfico 9.



Fonte: O Autor (2020).

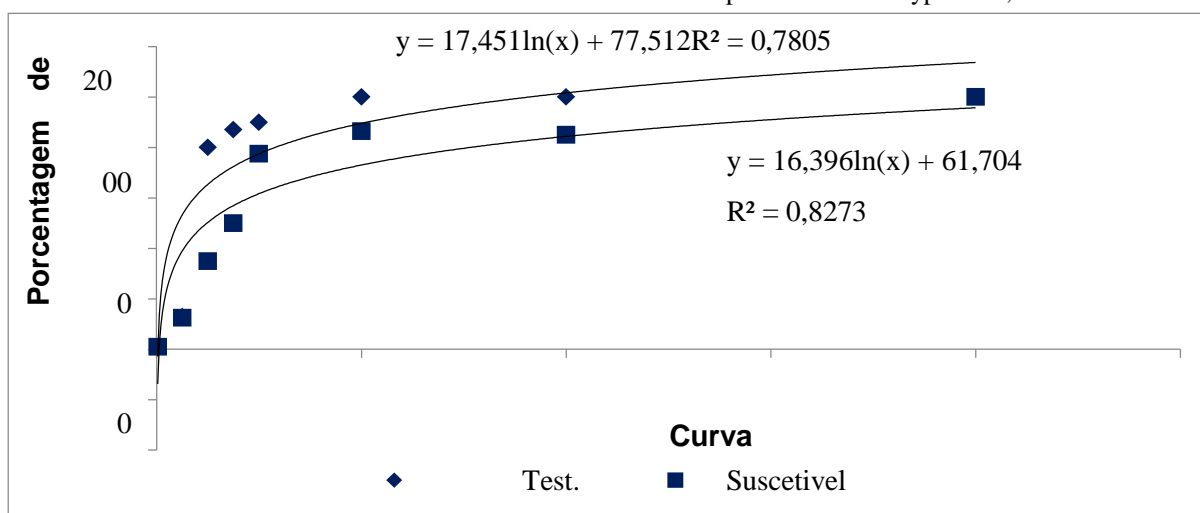
Gráfico 10. Nível de controle do Suspeito 30 com Cletodim, 2020.



Fonte: O Autor (2020).

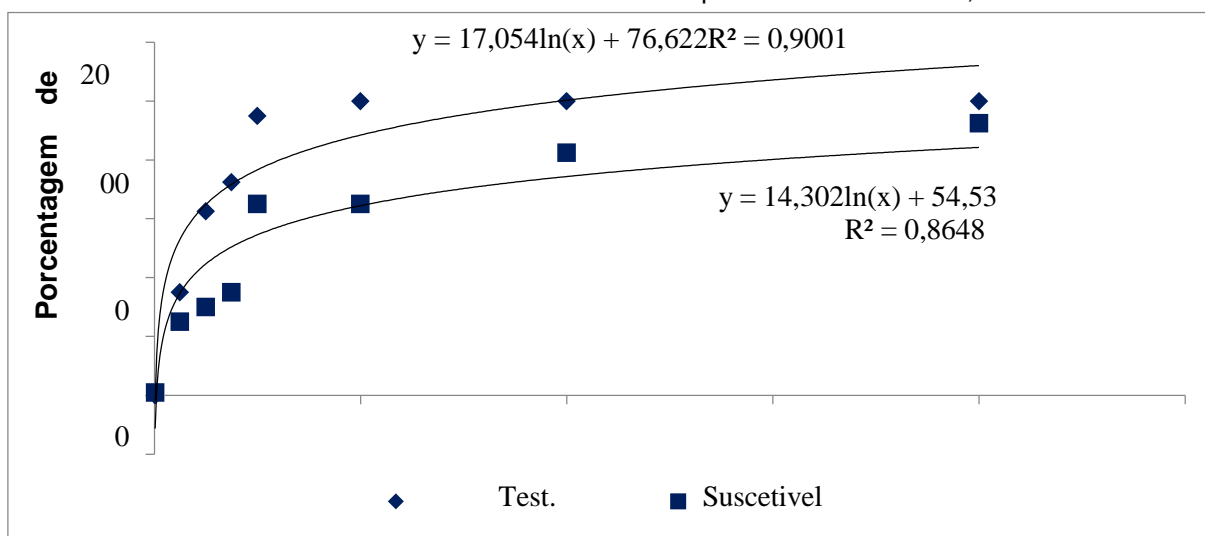
O inibidor da EPSPS (gráfico 11), proporcionou um controle de 75% das plantas com a dose de rótulo no suspeito 31, mas, com 8 vezes a dose do rótulo, obteve-se um controle de 90%, resultando na pressão novamente. Com o inibidor da ACCase (gráfico 12), a dose de rótulo controlou apenas 60%, mas, com 8 vezes a dose do rótulo o controle foi satisfatório de 90%.

Gráfico 11. Nível de controle do Suspeito 56 com Glyphosate,



Fonte: O Autor (2020).

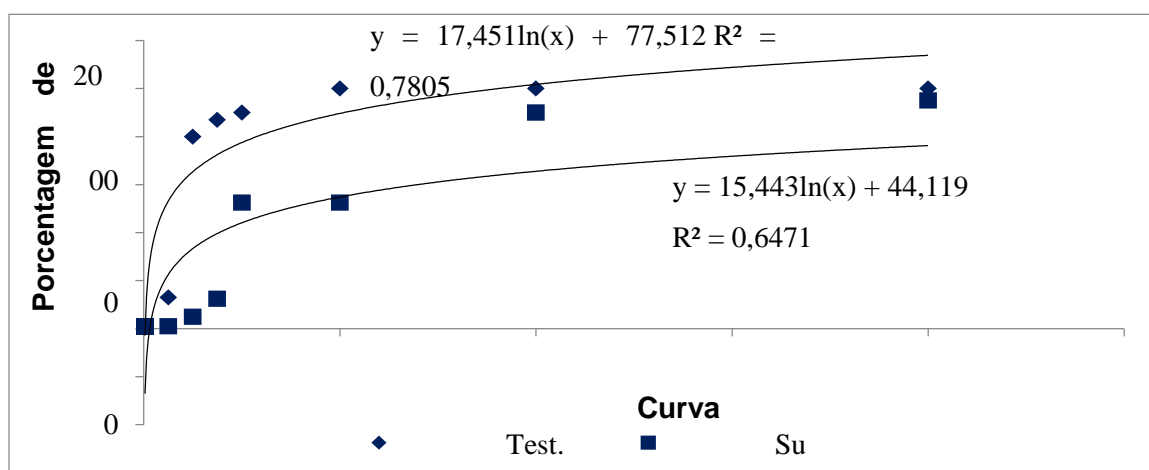
Gráfico 12. Nível de controle do Suspeito 31 com Cletodim, 2020.



Fonte: O Autor (2020).

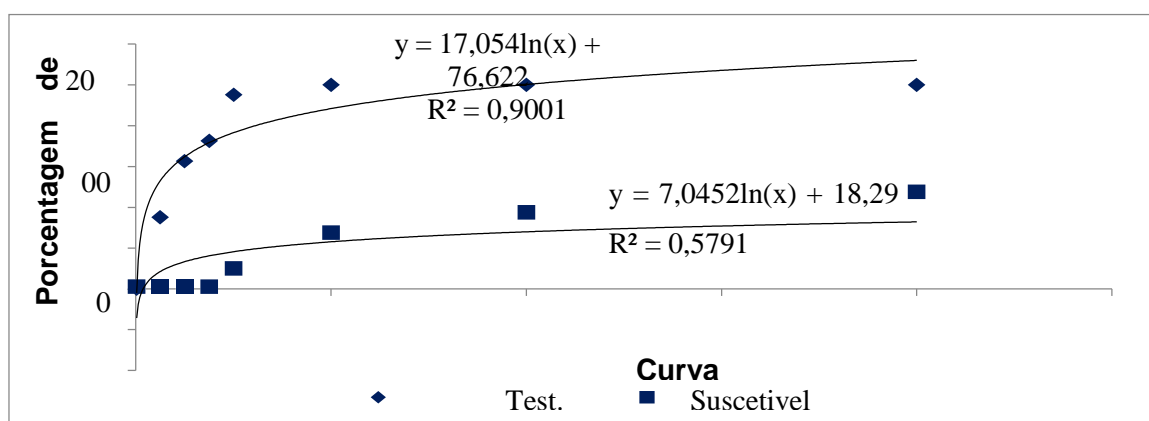
O suspeito 32 (gráfico 13), obteve um controle de 50% com a dose de rótulo do Glyphosate e, mesmo utilizando duas vezes a dose do rótulo, o controle ainda foi apenas de 50%, mas, utilizando-se 4 e 8 vezes a dose de rótulo, o controle foi de 90%, com isso, a resistência nesse suspeito foi confirmada para o Glyphosate. Para o inibidor da ACCase o suspeito 32 (gráfico 14), obteve apenas controle de 10% com a dose de rótulo e, utilizando 8 vezes a dose do rótulo, o controle foi de 50%, registrando assim resistência.

Gráfico 13.



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 14. Nível de controle do Suspeito 32 com Cletodim, 2020.

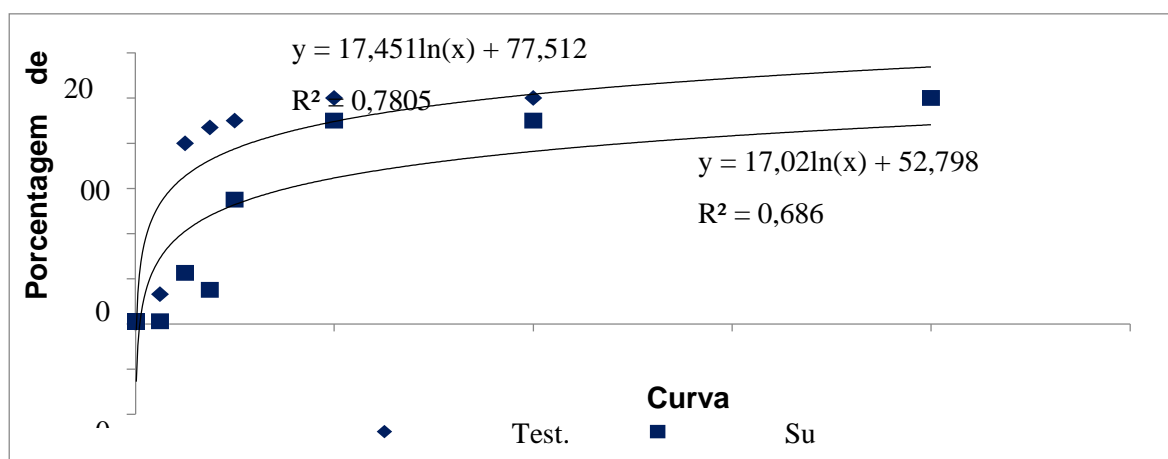


Fonte: O Autor (2020).

Em comparação do suspeito 33 com o suscetível (gráfico 15), é possível verificar que o suscetível obteve controle de 90% para o Glyphosate na dose de

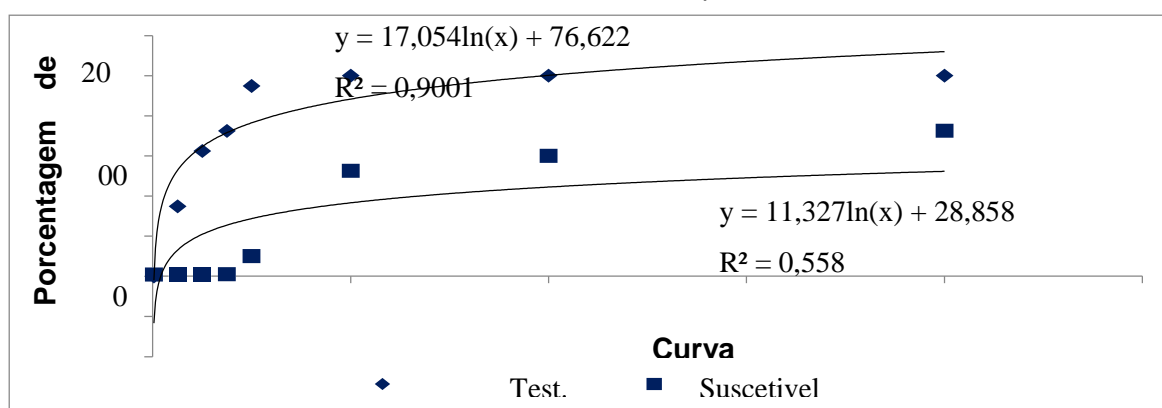
rótulo e, o suspeito 33 teve apenas 50% de controle para a dose do rótulo, sendo possível observar resistência do suspeito 33 com o Glyphosate. Já para o Cletodim (gráfico 16), o suscetível teve controle de aproximadamente 100% com a dose de rótulo, mas para o suspeito 33, o Cletodim na dose de rótulo controlou apenas 10% das plantas e, mesmo com 8 vezes a dose de rótulo, o controle foi de apenas de 70%, resultando na resistência desse suspeito para o Cletodim.

Gráfico 15.



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 16. Nível de controle do Suspeito 33 com Cletodim, 2020.

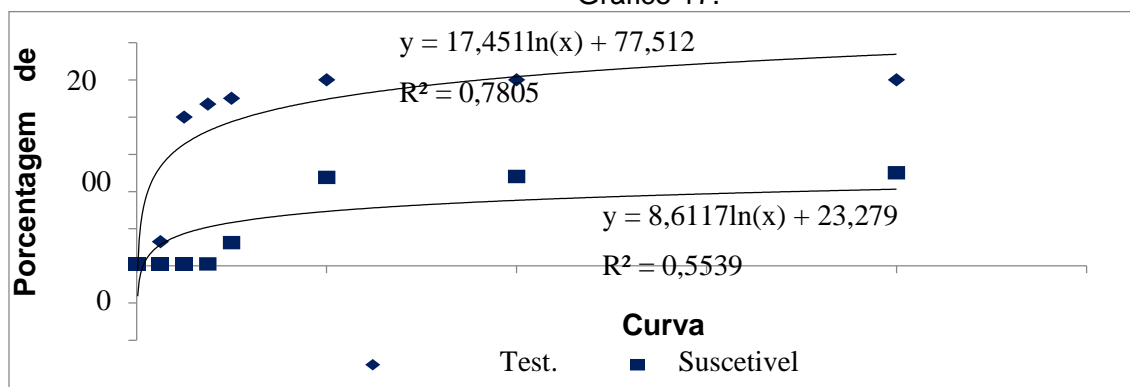


Fonte: O Autor (2020).

É possível verificar que o Suspeito 34 (gráfico 17), obteve-se apenas 50% de controle utilizando 8 vezes a dose de rótulo e, com a dose de rótulo se obteve apenas 10% de controle, sendo possível observar que este biótipo é

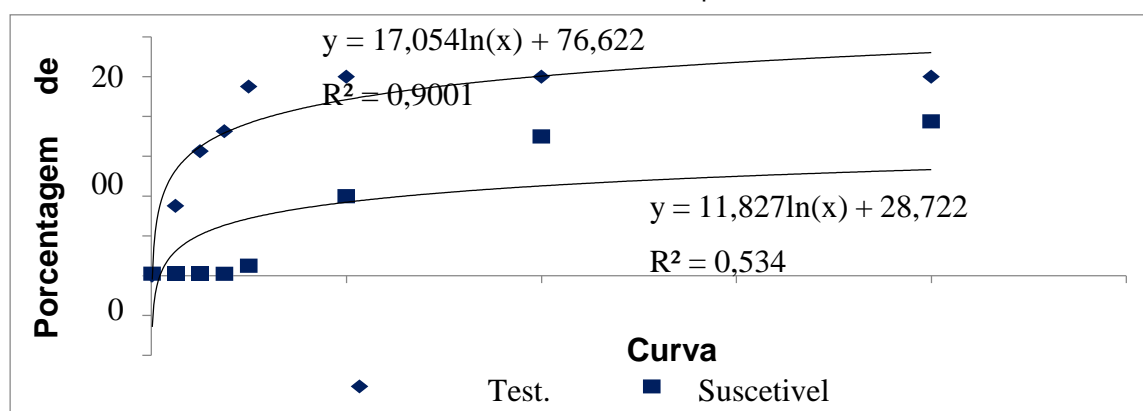
resistente ao Glyphosate. Relatou-se também que, para o inibidor de ACCase, o biótipo Suspeito 34 (gráfico 18) obteve na sua dose de rótulo um controle de 5% e, utilizando 8 vezes a dose do rótulo obteve-se um controle de 80%, podendo ser possível observar que para o Cletodim esse biótipo também é resistente, elevando a dificuldade do produtor para realizar o controle. O controle desse biótipo deve ser feito com outro mecanismo de ação, pois nenhum dos dois testados apresentaram nível satisfatório de 90%.

Gráfico 17.



Fonte: O Autor (2020).

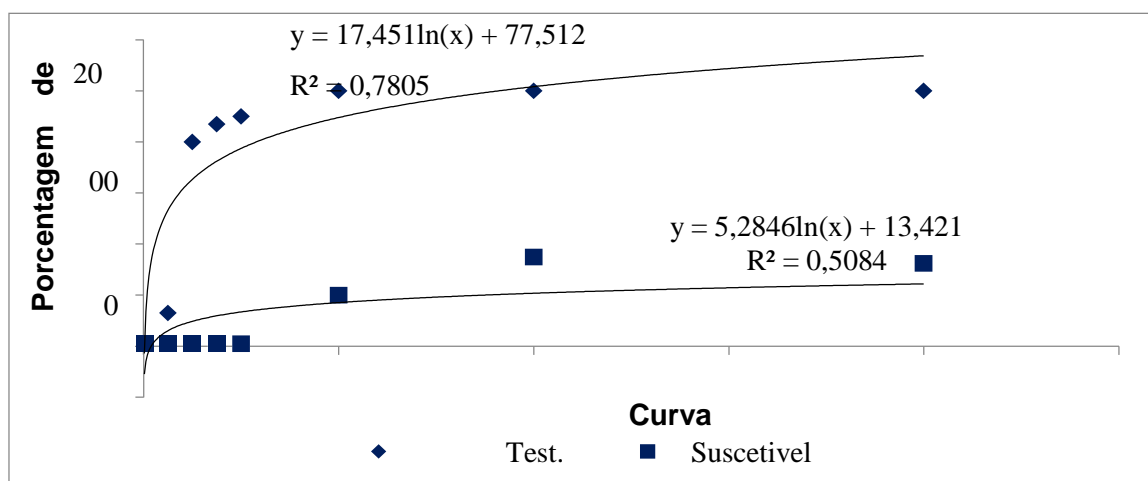
Gráfico 18. Nível de controle do Suspeito 34 com Cletodim, 2020.



Para o suspeito 35 (gráfico 19), o controle foi de 0% com a dose de rótulo do Glyphosate, mesmo usando 8 vezes a dose de rótulo, o controle foi apenas de 30%, observando-se assim, que esse biótipo é muito resistente ao Glyphosate. Para o Cletodim (gráfico 20), a dose de rótulo não se obteve

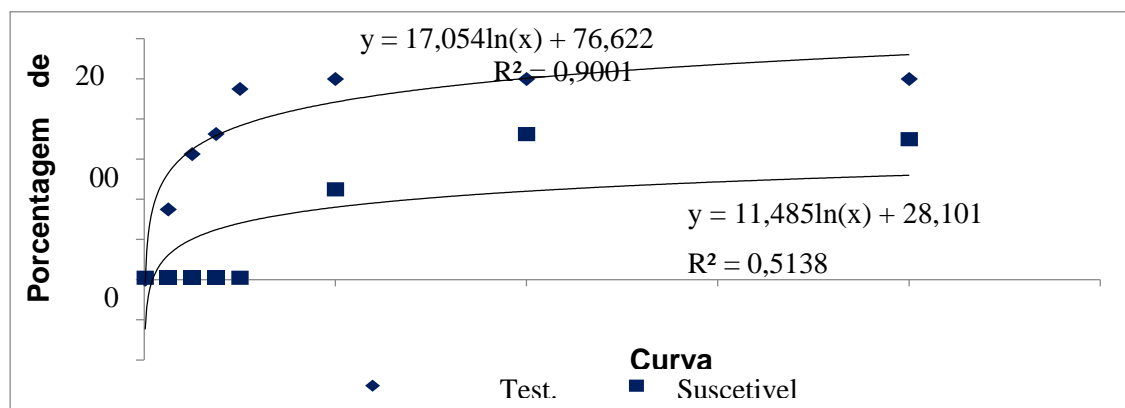
controle e, utilizando 8 vezes a dose de rótulo o controle foi de 70% apenas, sendo possível verificar que esse biótipo também é resistente ao Cletodim.

Gráfico 19. Nível de controle do Suspeito 40 com Glyphosate,



Fonte: O Autor (2020).

Gráfico 20. Nível de controle do Suspeito 35 com Cletodim, 2020.



Os dados mostram que o Suspeito 20 é o único que não tem resistência múltipla comprovada, pois, é o único biótipo que não comprovou resistência ao Cletodim. O parâmetro para saber se o biótipo é ou não resistente foi a porcentagem de 90% de morte com a dose de rótulo, em alguns biótipos obteve-se morte de 90% com 2 vezes a dose de rótulo, mas esse valor não é o recomendado na bula do produto, podendo exercer pressão de seleção sobre as plantas.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Desta forma, as estratégias de manejo para prevenir ou retardar as plantas daninhas em uma propriedade devem ser levados em consideração a longo prazo, através de um sistema integrado de controle em sistemas de produção, que envolvem métodos culturais como o cultivo de culturas mais competitivas, ausência ou diminuição de épocas em pousio, uso de cobertura de solo, limpeza de beira de estradas, uso de sementes certificadas, aumento da densidade de plantio quando necessário; métodos mecânicos, tal como enxada rotativa; e o método químico com a utilização de herbicidas (CHRISTOFFOLETI e OVEJERO, 2004).

Mas caso o produtor da propriedade já realizou os passos de prevenção, e mesmo assim teve alguma planta resistente, segundo Christoffoleti e Ovejero se tem, então, mais uma estratégia, o qual é a dessecação precoce da planta daninha com um herbicida de mecanismo de ação diferente do usado anteriormente. Por exemplo no relato do trabalho, o produtor do Biótipo Suspeito 35 pode entrar em sua lavoura usando um herbicida com mecanismos de ação que não sejam EPSPS e nem ACCase.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A existência de plantas daninhas resistentes à herbicidas é um fato consumado no Brasil. Sabe-se que sua evolução em uma área é dependente da pressão de seleção, da variabilidade genética da espécie daninha, do número de genes envolvidos, do padrão de herança, do fluxo gênico e da dispersão de propágulos.

Com a conclusão deste trabalho é possível notar que a resistência múltipla está cada vez maior, pois resultou-se em apenas um biótipo sem resistência múltipla aos mecanismos de ação testados.

REFERÊNCIAS

AGOSTINETTO, D. et al. **Período crítico de competição de plantas daninhas com acultura do trigo**. Planta Daninha, v.26, n.2, p.271-278,

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

2008.

BETTS, K. J. et al. **Mechanism of inheritance of diclofop resistance in italian ryegrass (*Lolium multiflorum*)**. Weed sci, v. 40, n. 2, p. 184-189, 1992.

BURNSIDE, O. C. **Rationale for developing herbicide-resistant crops**. Weed Technol., v.6, n. 3, p. 621-625, 1992.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; OVEJERO, R. F. L. Definições e situação da resistência de plantas daninhas aos herbicidas no Brasil e no mundo. In: CHRISTOFFOLETI, P. J. (Coord.) **Aspectos de resistência de plantas daninhas a herbicidas**. Londrina: Associação Brasileira de Ação a resistência de Plantas aos Herbicidas (HRAC-BR), 2004.

GRESSEL, J.; SEGEL, L. A.; **Modeling the effectiveness of herbicide rotation and mixtures strategies to delay or preclude resistance**. Weed Technology. V.4. 1990.

ROMAN, E. S. et al. **Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate**. Planta Daninha, v. 22, n. 2, p. 301-306, 2004. VARGAS, L. et al.; **Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas**. 1 ed. Viçosa-MG, 1999.

VARGAS, L.; GAZZIERO, D. P.; AGOSTINETTO, D.; KARAM, D. **Contra a Resistência**. Cultivar Grandes Culturas, v. 164, n. 8, p. 26-28, 2012.

VARGAS, L.; MORAES, R.M.A.; BERTO, C.M. **Herança da Resistência de Azevém (*Lolium multiflorum*) ao Glyphosate**. Planta Daninha, Viçosa-MG. V. 25, n 3, p 567-571, 2007.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, origem e evolução**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 22 p, 2006.

VARGAS, L. et al.; **Azevém resistente: manejo e controle**. In: Colóquio internacional sobre plantas daninhas resistentes a herbicidas, p. 13-17. Jaboticabal-SP, 2015.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

EFEITO DOS CULTIVOS OUTONAIS NA CULTURA DO TRIGO E PROTEÇÃO DE SOLO

Greice Redivo
João Paulo Niemes
Leandro Mascarello
Marcos Fostim
Silmara Rodrigues Pietrobelli

RESUMO: Nas regiões do sul do Brasil, após a colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.) é normal as áreas ficarem em pousio até a implantação da cultura do trigo se tornando necessário adotar estratégias como sucessão de culturas, rotação de culturas e plantio direto, para minimizar esse vazio outonal. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito das culturas outonais na cultura do trigo e na proteção de solo. O experimento foi realizado em dois municípios do centro sul do Paraná. As espécies de plantas de cobertura avaliadas foram: trigo mourisco (IPR 91 Baili), aveia branca (URS Altiva), aveia preta (EMBRAPA 139), nabo forrageiro (Trado), canola (Diamond), centeio (BRS Progresso) e triticale (BRS Saturno). Na sequência foi rolado e dessecado para possibilitar a implantação do trigo. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, utilizando a cultivar TBIO Sonic, considerada uma cultivar de ciclo precoce para o Centro-Sul do Paraná. Os cultivos que tiveram maior rendimento de matéria seca foram aveia branca (URS Altiva) e o nabo forrageiro (Trado) com impactos positivos para a proteção do solo durante o período outonal. Já para a variável rendimento de grãos de trigo, os tratamentos sem produção (pousio) e com pouca produção de matéria seca (trigo mourisco) durante o período outonal foram os tratamentos superiores para rendimento de grãos de trigo.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade Agrícola. Proteção de Solo. Rendimento de Grãos de Trigo.

1 INTRODUÇÃO

O trigo pertence à família das gramíneas do gênero *Triticum* e a espécie mais cultivada no mundo é a *Triticum aestivum* L. (LEON; & ROSSEL, 2007). Este cereal é um dos mais consumidos no mundo, sendo que o Brasil possui área agrícola de aproximadamente 59 milhões de hectares, onde 2 milhões são cultivados com trigo (CONAB 2017). Porém o cultivo do trigo vem diminuindo nos últimos anos, devido ao custo elevado de produção e baixo preço pago para ao produtor (CONAB, 2017).

Nas regiões do sul do Brasil, após a colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.) é normal as áreas ficarem em pousio até a implantação da cultura do trigo se tornando necessário adotar estratégias como sucessão de culturas, rotação de culturas e plantio

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

direto, para minimizar esse vazio outonal (PELÁ, 2002). Porém os resíduos produzidos pelas culturas comerciais geralmente são insuficientes para produzir uma boa cobertura de solo (VIOLA et al., 2013; DE MORI et al., 2003).

A sucessão de culturas é um sistema que adota uma sequência de duas culturas em um mesmo ano agrícola, beneficiando as características físicas, químicas e biológicas do solo, reduzindo também, custos de produção com adubação mineral (SOUZA et. al. 2012; HERNANI et al., 1995; IGUE, 1984). A sequência de culturas permite diminuir os problemas como erosões, selamento superficial, aumento da temperatura do solo e lixiviação de nutrientes (INFORMAÇÕES TÉCNICAS PARA TRIGO E TRITICALE – SAFRA 2017; SKORA NETO & CAMPOS et al., 2004).

O sistema de rotação de culturas permite a diversificação de culturas no mesmo ano agrícola, em uma mesma área, onde as espécies vegetais implantadas tenham objetivo comercial, ou de favorecer a biodiversidade e manutenção da área entre os anos (SANTOS e REIS, 2001; REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA, 2018). Esta prática também possibilita que o solo não fique exposto a processos de degradação, além de promover ciclagem de nutrientes, auxiliar no controle da infestação de plantas daninhas e possíveis pragas (SANTANA 2008).

O sistema de plantio direto é outra estratégia que beneficia o manejo do solo, também pode ser considerado um manejo muito importante para maximizar a produção sem que ocorra a degradação do solo. Este sistema de uso compreende o mínimo de mobilização de solo, sendo apenas na linha de semeadura, proporcionando a manutenção de resíduos culturais na superfície do solo, viabilizando os sistemas de rotação, sucessão e/ou consorciação de culturas (ALMEIDA, 2004; DENARDIN et al., 2012).

Entre as estratégias adotadas para aumentar a estabilidade do sistema agrícola, o manejo dos resíduos pós-colheita por meio da rotação e sucessão de culturas, ganha importância devido a inclusão das coberturas vegetais que

possuem capacidade de produzir uma grande quantidade de fitomassa, colaborando com o desenvolvimento e formação da palhada sobre o solo, para a próxima cultura implantada. Os efeitos nas propriedades químicas do solo se dão graças à reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas para a superfície, principalmente as espécies de sistema radicular profundo (FERREIRA; SOUZA; CHAVES et al., 2012).

A adoção de práticas adequadas na rotação de culturas pode afetar significativamente a disponibilidade de N, podendo ser influenciada de acordo com a escolha da cobertura a ser realizada, favorecendo os cereais de inverno (LIMA et al., 2010; MARCELO et al., 2009). Para que se tenha sucesso na semeadura das espécies de cobertura deve ser realizado o manejo das ervas invasoras com herbicidas, desta forma permitindo que a espécie de interesse germine uniforme, melhorando a cobertura do solo e trazendo os benefícios desejados (TIMOSSI et al.,; DURIGAN et al.,; LEITE et al., 2007).

Entre os cultivos de inverno, a cultura do trigo pode ser favorecida quando forem adotadas técnicas viáveis de utilização do sistema, como técnicas que permitam obter uma agricultura mais sustentável com maior aproveitamento de nutrientes (ROSSATO et al., 2004; COBUCCI; PORTELA et al., 2003). Técnicas de diversificação de culturas na entre safra, contribuem significativamente na qualidade de grãos e produtividade, além de controlar doenças necrotróficas (LIMA et al., 2010; ALMEIDA et al., 2004; SILVA et al., 2007).

Nestes sistemas adotados, se tem como prioridade a utilização de espécies vegetais que ofereçam vantagens para a cultura sucessora. Entre os benefícios oferecidos, pode se analisar maiores teores de matéria orgânica do solo, que está diretamente relacionada com a utilização de uma boa cobertura (LIMA; MENEZES, 2010).

Para que ocorram benefícios, é necessário que a relação carbono/nitrogênio (relação C/N) seja adequada, sendo ela responsável por

vários processos de decomposição, mineralização e disponibilidade de N no sistema de produção e sucessão de culturas (HEINZMANN 1985). A relação C/N é essencial, devido à velocidade de decomposição da palhada. Em algumas espécies como leguminosas e crucíferas, a decomposição da palhada é mais rápida, garantindo uma relação C/N baixa. Já as gramíneas, o processo de decomposição é mais lento, sendo que o ideal seria que esta relação C/N ficasse próxima a 25:1 para ocorrer o equilíbrio na imobilização e mineralização. (SOUZA et al., 2008; BULISANI et al., 1992). Ainda no mesmo assunto outros autores comentam sobre a relação C/N maior que 25:1, resultando em coberturas que proporcionam maior disponibilidade de N no solo, enquanto as relações mínimas como 20:1 em muitas leguminosas, a decomposição ocorre mais rapidamente deixando o solo descoberto (FABIAN, 2009).

Para elevar ao máximo o aproveitamento do N acumulado na utilização do consórcio do período entre outono/inverno, a disponibilidade do nutriente deve ocorrer em sincronismo com a necessidade das culturas comerciais em sucessão (SOUZA et al, 2008). As plantas de cobertura devem ter boa adaptabilidade às condições de solo e clima, sistema radicular vigoroso, boa capacidade de competição para que ocorra o favorecimento da cultura subsequente (MADEIRA; 2010). Outros autores mencionam que espécies como nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), ervilhaca, (*Vicia sativa* L.) e aveia preta (*Avena strigosa* L.), em monocultivo ou em consórcio tem aumentado na região sul, visando viabilizar a rotação de culturas com a adubação verde, principalmente para favorecer as culturas do trigo e cevada. (FONTOURA et al., 2015; CASÃO et al., 2006).

O manejo adequado do solo, que atende a metodologia do plantio direto com base no sistema de produção de grãos, integrando o melhoramento genético, ao manejo de culturas e a fertilidade do solo fornece o aumento gradativo da produtividade de todas as culturas no sistema de produção (FONTOURA et al., 2015; CASÃO et al., 2006). Neste mesmo contexto, o autor

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

comenta que associada a estes fatores, a estratégia de utilização de espécies no período outonal pode influenciar positivamente no rendimento agrícola e financeiro do produtor.

Muitos trabalhos concluem que quando são utilizadas espécies de plantas de cobertura de solo, é possível proporcionar vários benefícios, entre eles a proteção de solo, disponibilidade de N e ciclagem de nutrientes. (LOVATO; 2004). Assim como se utilizado o consórcio entre espécies de plantas para cobertura de solo (GIACOMINI et al., 2003).

Baseado neste contexto entende-se que na sucessão milho precoce (com colheita em meados de fevereiro) e semeadura de cevada (*Hordeum vulgare* L) /trigo em meados de junho tem-se em torno de 107 dias com solo descoberto. Já na sucessão soja precoce (com colheita em meados de março) e semeadura cevada/trigo (meados junho) tem-se em torno de 76 dias com solo descoberto.

Para esta finalidade existem algumas opções de espécies que podem ser semeados como culturas outonais, sendo elas: o trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench), aveia branca (*Avena sativa* L.), aveia preta (*Avena strigosa* L.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), canola (*Brassica napus* L.), centeio (*Secale cereale* L.) e o triticale (*X Triticosecale* Wittmack), que podem ser utilizadas nas regiões agrícolas do sul do Brasil como opções de cobertura e algumas com possibilidade de colheita no período outonal.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição das culturas outonais no rendimento do trigo e na proteção de solo

2 MATERIAL E MÉTODOS

A instalação dos experimentos foi conduzida no Centro-Sul do Paraná, nos municípios de Pinhão, nas propriedades Fazenda Fundo Grande (25°42'41.24"S; 51°55'47.97"O) e Fazenda Rodeio Vermelho (25°42'5.27"S;

51°44'44.82"O), e no município de Candói na propriedade Fazenda Lagoa Dourada (25°24'0.57"S; 51°58'31.49"O).

A altitude destas regiões varia entre 800 a 1.200 m predominando o clima temperado, do tipo Cfb, conforme a classificação de Köppen. Esse tipo de clima possui ocorrência de geadas durante o inverno e temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico). A temperatura média para os meses mais quentes é de 22 °C, com verões frescos e sem estação seca definida. Apresenta precipitação média anual de 1800 a 2000 mm (IAPAR, 2018; FONTOURA et. al., 2015).

O solo que predomina nestas regiões é classificado como Latossolo Bruno aluminoso, com teor médio de argila superior a 600 g kg⁻¹ e de 54 g kg⁻¹ de matéria orgânica (EMBRAPA, 2006; VIEIRA et al., 2015). Este tipo de solo tem um alto potencial para o uso agrícola, tendo em média de 1 a 2m de profundidade e com boas condições físicas quando corrigida a fertilidade sem apresentar restrições naturais (FONTOURA et. al., 2015).

Antes da implantação dos experimentos, estiveram presentes nas áreas diferentes pré-culturas. As culturas antecessoras nas áreas onde foram instalados os experimentos foram milho silagem, milho e soja para colheita de grãos como demonstra a tabela 1. Ainda na mesma tabela são apresentadas as datas de semeadura e a adubação de base que foram utilizadas nas culturas outonais.

Tabela 1. Local, data de semeadura da pré-cultura e adubação de base do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Local	Data de semeadura	Pré-cultura	Adubação de base
Pinhão Fazenda Fundo Grande	27/02/18	Milho silagem	100 kg ha ⁻¹ 08-30-20
Pinhão Fazenda Rodeio Vermelho	27/02/18	Milho grãos	100 kg ha ⁻¹ 08-30-20
Candói Fazenda Lagoa Dourada	07/03/18	Soja precoce	100 kg ha ⁻¹ 08-30-20

Fonte: Medeiros (2018)

O experimento foi composto por sete tratamentos, sendo eles trigo mourisco (IPR 91 Baili), aveia branca (URS Altiva), aveia preta (EMBRAPA 139), nabo forrageiro (Trado), canola (Diamond), centeio (BRS Progresso) e triticale (BRS Saturno) como mostra a tabela 2. Ainda na mesma tabela encontram-se as informações de peso de mil sementes (PMS), poder germinativo (PG), número de sementes aptas por metro quadrado e peso de sementes por hectare (kg ha^{-1}) dos materiais utilizados no experimento, considerando uma quebra técnica de 10%.

Tabela 2. Cultivo Outonal, cultivar e densidade de semeadura do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Cultivo	Cultivar	Densidade de semeadura			
		PMS (g)	PG (%)	Nº sementes aptas por m^2	Peso de sementes (kg ha^{-1})*
Aveia branca	URS Altiva	35,3	85	280	128
Nabo	Trado	14,0	85	40	7
Triticale	BRS Saturno	38,3	85	400	198
Aveia preta	EMBRAPA 139	20,0	85	280	72
Centeio	BRS Progresso	19,3	85	260	65
Canola	Diamond	5,7	85	40	3
Trigo mourisco	IPR 91 Baili	28,3	85	250	92

* Foi acrescentado neste cálculo 10% de quebra técnica.

Fonte: Medeiros (2018)

O delineamento experimental utilizado para implantação dos cultivos outonais foi de blocos ao acaso, com três repetições, utilizando máquina semeadora de parcelas SEMINA com 22 linhas 10 metros de comprimento, espaçadas por 0,17 m entre si, totalizando $37,4 \text{ m}^2$ em cada parcela.

Na sequência foi realizada a colheita do trigo mourisco, aveia branca nos três locais, já a canola foi colhida somente na Fazenda Lagoa Dourada e o restante dos cultivos foram rolados e dessecados para possibilitar a implantação do trigo. A semeadura foi realizada em sistema de plantio direto, utilizando a cultivar TBIO Sonic, considerada uma cultivar de ciclo precoce para o Centro-Sul do Paraná (Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2017).

A semeadura do trigo ocorreu no dia 12 de julho de 2018, na Fazenda Lagoa Dourada, Fazenda Fundo Grande e no dia 13 de julho de 2018 Fazenda Rodeio Vermelho. A semeadura utilizada foi HALDRUP com 24 linhas de 10 m de comprimento, espaçadas 0,17 m entre si, nos três locais e para colheita foi retirada bordadura sendo 2 linhas de cada lado da parcela, perfazendo área útil de 40,8 m². A adubação de base utilizada foi de 350 kg ha⁻¹ da fórmula 08-30-20 e em cobertura utilizou-se 54 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia nos três locais.

As avaliações realizadas foram rendimento de matéria seca, peso de mil sementes e peso do hectolitro de todas as parcelas. Já para obtenção do rendimento de grão foram colhidas 9 linhas centrais, sendo que a umidade foi corrigida para 13%, fins de comparação para análise dos foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade. Este ensaio foi conduzido com cinco aplicações de fungicidas nos três locais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 observa-se que não ocorreu interação significativa entre os fatores local e cultivo para variável rendimento de matéria seca dos diferentes cultivos. Desta forma devemos analisar a coluna e a linha com as médias por tratamento e por local. Ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos e entre os locais.

Tabela 3. Resultados de rendimento de matéria seca do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Cultivo	Cultivar	Rendimento de matéria seca (kg ha ⁻¹)			
		Fazenda Rodeio Vermelho	Fazenda Fundo Grande	Fazenda Lagoa Dourada	Média
Aveia branca	URS Altiva	4961	5616	4092	4890 a
Nabo	Trado	4733	4410	3861	4335 a
Triticale	BRS Saturno	3941	3333	2206	3160 b
Aveia preta	EMBRAPA 139	3718	3182	2226	3042 b
Centeio	BRS Progresso	3426	3433	2012	2957 b

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Canola	Diamond	2480	3078	2616	2725 b
Trigo mourisco	IPR 91 Baili	2475	2361	1241	2026 c
Cultivar (C)					22,0**
Local (L)					25,0**
C x L					1,8 ^{n.s.}
Coef. Variação					2,4
Média Geral		A 3676	A 3631	B 2608	3305

Médias seguidas da mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Medeiros (2018)

Os cultivos aveia branca, com a cultivar URS Altiva , e nabo forrageiro, com a cultivar Trado, foram superiores aos demais cultivos. Este resultado com aveia branca e nabo forrageiro corrobora com resultados de outros trabalhos. Segundo Fostim e Almeida (2008), a média de matéria seca da cultura de aveia branca obtida em diferentes cultivares foram de 4700 t ha⁻¹. Fontoura (2005) obteve produção de matéria seca de aveia branca de 5191 t ha⁻¹ e de nabo forrageiro de 4408 t ha⁻¹. Ainda, Calegari (1998) determinou que a produtividade média de matéria seca da parte aérea no estágio de floração de nabo forrageiro podem oscilar entre 2 e 6 t ha⁻¹. Já os cultivos de tritcale (BRS Saturno), aveia preta (EMBRAPA 139), centeio (BRS Progresso) e canola (Diamond) obtiveram desempenho similar à produção de matéria seca, porém ainda inferiores aos de aveia branca e nabo forrageiro.

Finalmente o tratamento que apresentou o menor rendimento de matéria seca foi o trigo mourisco (IPR 91 Baili) com 2.026 kg ha⁻¹. No estudo realizado por Menezes e Leandro (2004) a produção de matéria seca do trigo mourisco foi inferior a 4,0 t ha⁻¹ e a da aveia, superior a 4,0 t ha⁻¹. Já na pesquisa de De-Polli & Chada (1989) as produções obtidas de matéria seca foram superiores às obtidas neste trabalho.

Para avaliações de locais, as fazendas Rodeio Vermelho e Fundo Grande, localizadas no município do Pinhão, btiveram as melhores médias gerais de produção de matéria seca. Já a Fazenda Lagoa Dourada, localizada

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

no Candói, produziu 1.000 kg ha⁻¹ a menos de matéria seca, quando comparada aos outros dois locais. Este fato deve-se ao período de estiagem que ocorreu naquela região (53 dias sem chuva), comprometendo o desenvolvimento dos cultivos.

Na tabela 4 são apresentados os resultados de rendimento de grãos de trigo do ensaio de cultivos outonais. Observa-se que ocorreu interação significativa entre os fatores local (fazendas) e cultivo outonal para variável rendimento de grão de trigo. Desta forma, analisando a média por local, constata-se que ocorreram diferenças significativas entre cultivos para esta variável.

Tabela 4. Resultados de rendimento de grãos de trigo do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Cultivo	Cultivar	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)			Média
		Fazenda Lagoa Dourada	Fazenda Fundo Grande	Fazenda Rodeio Vermelho	
Pousio		4418 ab	3569 a	3534 a	3841
Trigo mourisco	IPR 91 Baili	4129 abc	3681 a	3471 a	3760
Aveia preta	EMBRAPA 139	4640 a	3688 a	2699 b	3675
Nabo	Trado	3971 bc	3479 a	2872 b	3441
Aveia branca	URS Altiva	4073 abc	3485 a	2510 b	3356
Canola	Diamond	3798 c	3206 ab	2901 b	3302
Centeio	BRS Progresso	3101 d	2863 b	1881 c	2615
Triticale	BRS Saturno	2543 d	2799 b	1788 c	2377
Cultivar (C)		34,4**	9,1**	32,1**	63,26**
Local (L)					189,6**
C x L					6,41**
C.V. Experimento		5,3	6,0	7,3	6,1
Média Geral		3834	3346	2707	3296

Médias seguidas da mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: o autor (2018)

As coberturas de aveia preta, pousio, trigo mourisco e aveia branca estavam no grupo estatístico superior para a variável rendimento de grãos de trigo. Neste mesmo local, os cultivos de cobertura que apresentaram menores

rendimentos de grãos de trigo foram o centeio e o tritcale. Já no local Fazenda Fundo Grande, os cultivos que apresentaram maiores rendimentos de grãos foram pousio, trigo mourisco, aveia preta, nabo, aveia branca e canola. Neste mesmo local os cultivos que apresentaram rendimentos inferiores foram centeio e tritcale, não diferindo estatisticamente do cultivo da canola. No ultimo local avaliado, Fazenda Rodeio vermelho, os cultivos de cobertura que obtiveram maiores rendimentos de grãos de trigo foram pousio e trigo mourisco. Neste mesmo local os cultivos de cobertura que proporcionaram rendimentos inferiores foram centeio e tritcale. De uma maneira geral pode-se afirmar que os melhores cultivos de cobertura para incrementar a produção de grãos de trigo foram pousio, trigo mourisco, aveia preta e nabo.

Nos três locais avaliados, a média geral de rendimento da cultivar TBIO Sonic foram de (3296 kg ha⁻¹) semelhante às produtividades encontradas no ano anterior, no trabalho desenvolvido por De Almeida e Fostim (2017), quando foi obtido 3075 kg ha⁻¹ de grãos de trigo. Quando comparado com o rendimento de grãos da safra 2016, que foi de (7257 kg ha⁻¹), encontrado por De Almeida e Fostim (2016), comprovando que nas safras 2017 e 2018 o potencial de rendimento foi comprometido pelas condições climáticas adversas fazendo com menor potencial produtivo. Já outro trabalho com os cultivos nabo, trigo mourisco e pousio não acorreram diferença significativa entre estas culturas estudadas (Skora; Campos.; 2017)

Analisando a tabela 5, é possível observar que ocorreu interação significativa entre os fatores local e cultivo, para variável peso do hectolitro. Desta forma, analisada a média por local, verifica se que ocorreram diferenças significativas entre cultivos de cobertura para variável peso de hectolitro.

Tabela 5. Peso do hectolitro do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Cultivo	Cultivar	Peso do hectolitro (kg hl ⁻¹)			
		Fazenda Fundo Grande	Fazenda Lagoa Dourada	Fazenda Rodeio Vermelho	Média
Trigo mourisco	IPR 91 Baili	74,2 a	71,8 a	71,7 a	72,6

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

POUSIO		72,8 a	71,2 a	69,6 a	71,2
Aveia preta	EMBRAPA 139	73,1 a	72,1 a	63,3 ab	69,5
Canola	Diamond	70,7 ab	70,1 ab	66,6 a	69,1
Nabo	Trado	70,3 ab	66,5 b	66,2 ab	67,7
Aveia branca	URS Altiva	71,5 ab	71,2 a	59,9 ab	67,5
Centeio	BRS Progresso	67,9 b	66,3 b	58,1 ab	64,1
Triticale	BRS Saturno	67,4 b	61,2 c	52,6 b	60,4
Cultivar (C)		8,0**	18,4**	121,3**	14,8**
Local (L)					37,9**
C x L					2,4**
C.V. Experimento		2,1	2,2	7,6	4,5
Média Geral		71,0	68,8	63,5	67,8

Médias seguidas da mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: o autor (2018)

No local Fazenda Funda Grande os cultivos, trigo mourisco, pousio e aveia preta foram superiores e canola, nabo e aveia branca foram semelhantes estatisticamente, para variável peso do hectolitro. Já no local Fazenda Lagoa Dourada o trigo mourisco, pousio, aveia preta e aveia branca foram superiores e estatisticamente semelhantes à canola. Na Fazenda Rodeio vermelho o trigo mourisco não se diferenciou estatisticamente da aveia branca e pousio, o cultivo do triticale apresentou peso de mil sementes menor que os demais cultivos.

Nos três locais avaliados, pode se considerar que a chuva ocorrida no momento da colheita baixou significativamente o peso do hectolitro. De acordo com Carneiro et al. (2005), no Brasil, é comum a ocorrência de chuvas durante o período da colheita, ainda segundo a Associação Brasileira da Indústria do Trigo (ABITRIGO, 2013), o peso hectolitro (PH) padrão gira em torno de 78 Kg.hL⁻¹.

Analisando a tabela 6, é possível observar que ocorreu interação significativa entre os fatores local e cultivo, para variável peso de mil grãos de trigo. Desta forma, analisada a média por local, verifica se que ocorreram diferenças significativas entre cultivos para variável peso de mil grãos.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Tabela 6. Peso de mil grãos do Ensaio de Cultivos Outonais no Pinhão e Candói, PR, 2018.

Cultivo	Cultivar	Peso de mil grãos (g)			Média
		Fazenda Lagoa Dourada	Fazenda Fundo Grande	Fazenda Rodeio Vermelho	
Aveia branca	URS Altiva	30,5 a	28,4 a	23,8 ab	27,5
Trigo mourisco	IPR 91 Baili	29,7 a	27,1 ab	25,1 a	27,3
POUSIO		30,8 a	26,7 ab	24,0 ab	27,2
Aveia preta	EMBRAPA 139	30,7 a	27,4 ab	22,2 bc	26,8
Nabo	Trado	30,0 a	27,5 ab	22,5 bc	26,6
Canola	Diamond	29,7 a	26,0 ab	22,7 bc	26,2
Centeio	BRS Progresso	26,7 b	24,2 b	22,1 bc	24,3
Triticale	BRS Saturno	24,9 b	26,0 ab	21,3 c	24,1
Cultivar (C)		12,65**	3,01**	7,85**	14,70 **
Local (L)					231,6**
C x L					3,35*
C.V. Experimento		3,6	4,7	3,3	4,0
Média Geral		29,2	26,7	23,0	26,3

Médias seguidas da mesma letra minúscula (coluna) e maiúscula (linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: o autor (2018)

No local Fazenda Lagoa Dourada o cultivo centeio e triticale foram inferiores aos outros cultivos para variável peso de mil grãos, já no local fazenda Fundo Grande a aveia branca apresentou maior peso de mil grãos, não diferindo significativamente do cultivo pousio, trigo mourisco, aveia preta, nabo, canola e triticale. Somente o cultivo centeio foi inferior a todos os cultivos estudados. Na Fazenda Rodeio vermelho o cultivo que obteve maior peso de mil grãos foi o trigo mourisco não diferenciando estatisticamente da aveia branca e pousio. O cultivo do triticale apresentou menor peso de mil grãos, comparados com os outros cultivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os cultivos que tiveram maior rendimento de matéria seca foram aveia branca (URS Altiva) e o nabo forrageiro (Trado) com impactos positivos para a proteção do solo durante o período outonal. Já para variável rendimento de grãos de trigo, os tratamentos sem produção (pousio) e com

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

pouca produção de matéria seca (trigo mourisco) durante o período outonal foram os tratamentos superiores para rendimento de grãos de trigo.

Considerando as condições climáticas ocorridas no período de condução do experimento, sugere-se avaliar mais uma safra.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Juliano Luiz de. **Culturas de Inverno em Rotação de Culturas**. In: Semana de Estudos Agrônômicos da Unicentro: Tecnologia na Agropecuária Brasileira: atualizando conceitos. Guarapuava: UNICENTRO, 2004. p. 55-66.

ABITRIGO. **Cartilha Triticulor e o Mercado**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/pdf/cartilha/Cartilha%20triticulor.pdf>>. Acesso em: 11 novembro. 2018.

BULISANI, E.A. **Adubação verde nos estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. In: COSTA, M.B.B. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992, p.57-195.

CARNEIRO, Luciana Maria Terra Alves et al. **Diferentes Épocas De Colheita, Secagem e Armazenamento na Qualidade de Grãos de Trigo Comum e Duro**. Bragantia, Campinas - SP, n. , p.127-137, 01 jan. 2005.

CASÃO, JR, R. S., MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. **Sistema plantio direto com qualidade**. IAPAR-Instituto Agrônômico do Paraná. 2006.

Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). **A cultura do trigo**. Organizadores: OLIVEIRA NETO, A.A. e SANTOS, C.M.R. Brasília. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br2017>>. 218 p.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. P. 65-94. (Circular, 101).

CALEGARI, A. **Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio diretas**. In M. Veiga (Coord.), Memórias de la V Reunión Bional de la Red Latinoamericana de Agricultura Conservacionista (CD ROM). Florianópolis, Brazil: EPAGRI/FAO. (2008).

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

COBUCCI, T.; PORTELA, C. M. O. **Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na Brachiaria como fonte de cobertura morta.** In: KLUTHCOUSKI, J. et al. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.

DE MORI, C.; VOSS, M.; SANTOS, H.P.; KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Aspectos econômicos do cultivo intercalar de nabo forrageiro às culturas de milho e de trigo.** In: WORLD CONGRESS ON CONSERVATION AGRICULTURE: producing in harmony with nature. 2., 2003, Iguassu Falls, Foz do Iguaçu, PR. Resumos expandidos. Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha: Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentable, 2003. v.2, p.164-167.

DE-POLLI, H.; S. S. Chada. 1989. **Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solos de baixo potencial de produtividade.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 13 (2): 287-293.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R. A.; FAGANELLO, A.; SANTI, A.; DENARDIN, N. D.; WIETHÖLTER, S. **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2012. 15 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 141). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do141.htm>.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, v.2. 2006. 306p.

FERREIRA, L. E.; SOUZA, E. P.; CHAVES, A. F. **Adubação verde e seu efeito sobre os atributos do solo 2012.** Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/681/1274>. Acesso em: 10 de agosto. 2018.

FABIAN, A. J. **Plantas de cobertura: efeito nos atributos do solo e na produtividade de milho e soja em rotação.** Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, 2009.

FONTOURA, S.M.V.; VIEIRA, R.C.B.; BAYER, C.; VIERO, F.; ANGHINONI, I.; MORAES, R.P. **Fertilidade do solo e seu manejo em plantio,** 2015.146p.

GIACOMINI, S.J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E.R.O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R.S.; FRIES, M.R. **Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.325-334, 2003.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

HEINZMANN, F.X. **Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por Ijuí**. Resumos de palestras... Passo Fundo: Aldeia Norte, 2001. p. 5-20.

HERNANI, L.C.; ENDRES, V.C.; PITOL, C.; SALTON, J.C. **Adubos verdes de outono/inverno no Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa-CPAO, 1995. 93p.

HEINZMANN, F.X. **Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de inverno**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 20: 1021-1030, 1985.

IGUE, K. **Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo**. In: ADUBAÇÃO verde no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.232-267.

IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. Instituto Agrônomo do Paraná 2018.

LIMA, R.; MENEZES, V. **Utilização da Adubação Verde na Agricultura Sustentável**, 2010. Disponível em: <http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos/20101/3periodo/Utilizacao_da_adubacao_verde_na_agricultura_sustentavel.pdf>. Acesso em: 10 setembros. 2018.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZANNI, F.M. **Carbono e nitrogênio adicionados e sua relação com o rendimento do milho e estoques destes elementos no solo em sistemas de manejo**. R. Bras. Ci. Solo, 28:175-187, 2004.

LEON, A. E.; ROSELL, C. M. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas e productos de panificación en Iberoamerica**. Córdoba: Hugo Baez, 2007. 480 p. Disponível em: <https://www.iseki-food.net/webfm_send/1729>. Acesso em: 10 nov. 2018.

LIMA, R.; MENEZES, V. **Utilização da Adubação Verde na Agricultura Sustentável**. Disponível em: <http://www.catolicato.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos/20101/3periodo/Utilizacao_da_adubacao_verde_na_agricultura_sustentavel.pdf>. Acesso em: 04 setembro. 2018.

MADEIRA, N. R. **A viabilidade do cultivo de cebola em plantio direto. Plantas e Negócios 2010**. Disponível em: <<http://www.revistacampo>>

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

negócios .com.br/anteriores/04-09/ index.php?referencia=em_negrito01>. Acesso em: 24 de outubro de 2018.

MARCELO, A.V.; CORÁ, J.E.; FERNANDES, C.; MARTINS, M.R. & JORGE, R.F. **Crop sequences in no-tillage system: Effects on soil fertility and soybean, maize and rice yield**. R. Bras. Ci. Solo, 33:417-428, 2009.

MENEZES, L. A. S.; LEANDRO, W. M. **Avaliação de espécies de coberturas do solo com potencial de uso em sistema de plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 34, p.173-180, 2004.

MENEZES, L. F. G. et al. **Produção, valor nutricional e eficiências de recuperação e utilização do nitrogênio de silagens de milho sob diferentes doses de adubação nitrogenada**. Semina: Ciências Agrárias, 2013. v. 34, p. 1353-1362.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades Físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal-SP**. 2002, 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). FCAV, Jaboticabal, 2002.

ROSSATO, R.R. **Potencial de ciclagem de nitrogênio e potássio pelo nabo forrageiro intercalar ao cultivo do milho e trigo em plantio direto**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2004. 106p. (Tese de Mestrado).

Skora, F.N.; Campos, A.; **Plantas de cobertura antecedendo a cultura de trigo**. Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 16, n. 4, out./dez., p. 463-467, 2017

SANTANA, J.S.; PELÁ, A; ZUCHHI, M.; PELÁ, G.M.; MORAES, E. **Efeito do uso de plantas de cobertura e de níveis de adubação sobre a incidência de Spodoptera frugiperda, na cultura do milho**. Goiás, 2008. Disponível em: <http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/encontros/sic2008/fronteira/flashsic/animacao/VISIC/arquivos/resumos/resumo32.pdf>. Acesso em: 13 de setembro.2018.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 212p.

SILVA, G.T.A. et al. **Correlação entre composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados**. Serópedica, Embrapa agrobiologia, 2007, 51 p., Boletim de pesquisa e desenvolvimento.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

SILVA, A.A. da; SILVA, P.R.F. da; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L.; RAMBO, L. **Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão**. Ciência Rural, v.37, p.928-935, 2007. DOI: 10.1590/S0103-84782007000400002.

SKORA NETO, F.; CAMPOS, A.C. **Alteração populacional da flora infestante pelo manejo pós-colheita e ocupação de curtos períodos de pousio com coberturas verdes**. In: XXVI Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, São Pedro, SP. Resumos expandidos. Londrina: SBCPD, 2004.

SOUZA, C. M. de; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. de. **Adubação verde e rotação de culturas**. Viçosa: Ed. UFV, 2012. 108 p.

SOUZA, K.; PEDROTTI, A.; RESENDE, C.S.; SANTOS, M.T.H.; MENEZES, M.G.M.; SANTOS, A.M.L. **Importância de novas espécies de plantas de cobertura de solo para tabuleiros costeiros**. Revista da Fapese. Aracaju, v. 4, n 3, p. 131-149, 2008.

VIOLA, R.; BENIN, G.; CASSOL, L.C.; PINNOW, C.; FLORES, M.F.; BORNHOFEN, E. **Efeito de espécies outonais cultivadas em sucessão ao milho na produtividade do trigo, sob diferentes doses de adubação nitrogenada**. Bragantia, Campinas, v.72, n.1, p.90-100, 2013.

VIEIRA, R. C. B., et al. **Adubação Fosfatada para Alta Produtividade de Soja, Milho e Cereais de Inverno Cultivados em Rotação em Latossolos em Plantio Direto no Centro-Sul do Paraná**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.39, p.794-808. 2015.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. **Formação de palhada por braquiárias para adoção do Sistema Plantio Direto**. Bragantia, v.66, p.617-622, 2007.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO 9, 2016, Passo Fundo, RS. **Ata e Resumos de pesquisas Comissões Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e de Triticale para a Safra de 2016**. Passo Fundo, 2016. 62p.

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO 10, 2016, Londrina, PR. **Ata e Resumos de pesquisas Comissões Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e de Triticale para a Safra de 2017**. Londrina,, 2017. 62p.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

REUNIÃO DA COMISSÃO CENTRO-SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO 11, 2018, Passo Fundo, RS. **Ata e Resumos de pesquisas Comissões Centro-Sul Brasileira de Pesquisa de Trigo e de Triticale para a Safra de 2018.** Passo Fundo, RS, 2018. 18p.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

INFLUÊNCIA DA FITOSSANIDADE, CONDIÇÕES ATMOSFÉRICAS E PORTE DE PLANTAS AO ACAMAMENTO EM QUATRO CULTIVARES DE TRIGO, NA REGIÃO CENTRO - SUL DO PARANÁ.

Gabriely Brolini
Greice Redivo
João Paulo Niemes
Silmara Rodrigues Pietrobelli

RESUMO: O trigo é um cereal grande importância econômica cultivado no inverno, porém com produção insuficiente para suprir as necessidades internas do Brasil, que acaba importando, principalmente da Argentina. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da fitossanidade com presença e ausência da mesma, clima utilizando uma estação meteorológica e porte de plantas medindo a altura das mesmas ao acamamento em quatro cultivares de trigo, TBIO Trunfo, BRS Atoba, ORS Absoluto e CD 150, na região centro-sul do Paraná. Os resultados encontrados ocorreram acamamento somente nas cultivares de maior porte assim afetando a produtividade das mesmas.

PALAVRAS-CHAVE: Cereal de inverno. Importância econômica. Produtividade.

ABSTRACT: The wheat is a very economic important winter cereal, but Brazil's production is not enough for internal supply and imports, mainly from Argentina. The goal of this study was to measure the influence of presence and absence of diseases, weather using a meteorological station and plant sizes measuring on lodging in four wheat cultivars, TBIO Trunfo, BRS Atoba, ORS Absoluto e CD 150, at south -center of Paraná. The results found, lodging just on the tallest cultivars affecting them yield.

KEYWORDS: Winter Cereal. Economic Importance. Yield.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do trigo (*Triticum aestivum*) é um cereal de grande importância para o ser humano, podendo ser consumido de diversas formas, como massas, pães, biscoitos e também ração animal, neste último caso, quando não há a qualidade exigida para consumo humano (MAI, 2014).

A área plantada de trigo no mundo para a safra de 2021/2022 é de 222,1 milhões de hectares, tendo um acréscimo de 0,13% comparada à safra anterior. O Brasil está na 15ª posição dos maiores produtores de trigo, com estimativa de 7,7 milhões de toneladas para a safra atual, sendo cultivado 2,8 milhões de hectares. A produção do país é baixa em relação a população brasileira e necessita do mercado externo para suprir o consumo interno, que

se dá principalmente pela Argentina, que é um dos maiores fornecedores de trigo para o Brasil (CONAB, 2022).

Várias são as intempéries e doenças que podem afetar negativamente a cultura do trigo (DE SOUZA, 2013). Um dos fatores que interferem nesta, é o acamamento que também pode reduzir drasticamente a produção do cereal. O acamamento de plantas é a torção permanente do colmo da posição vertical, ficando inclinado, podendo esse variar de 15 ° a 90°, podendo chegar à superfície do solo. O acamamento de colmo ocorre quando as forças aplicadas, principalmente, pela velocidade do vento e chuvas são maiores do que a planta consegue suportar na base do colmo ou pela ancoragem do sistema radicular (acamamento de raiz), resultando no deslocamento da base da planta no solo (FERNANDES, 2009).

Esse tipo de prostração de plantas não é um fenômeno isolado e sim resultante da interação de alguns fatores ligados ao fenótipo, como tipo de solo, às condições climáticas e às práticas culturais adotadas. Devido a essa interação de fatores, reconhecer exatamente o que está causando o acamamento é uma tarefa difícil. O melhoramento genético atua diminuindo a estatura de plantas visando obter materiais mais resistentes ao acamamento, mas também acabaram descobrindo que a suscetibilidade ao acamamento varia entre genótipos com mesma estatura (ARGENTA, 2019).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da fitossanidade, clima e porte de plantas ao acamamento em quatro cultivares de trigo, na região centro-sul do Paraná.

2 METODOLOGIA

O experimento foi realizado na propriedade Fazenda Sobrado, na latitude 25° 41' 12" S e longitude 51° 38' 45" W, pertencente ao Sr. Helio Eurich cooperado da Coamo, na localidade Sobradinho, município de Pinhão-PR (Figura 1). Segundo a classificação climática de Koppen-Gieger (1936), a

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

região é úmida e possui invernos com geada e temperatura média anual de 18 graus. O solo é classificado como argissolo (EMBRAPA, 2006).



Figura 1 - Imagens aéreas da propriedade. Fonte: Google Earth, 2019.

Antes da instalação do experimento foi feito um levantamento na bibliografia sobre as características avaliadas nas cultivares utilizadas (tabela 1).

Tabela 1 - Cultivares e suas características de ciclo, acamamento e doenças.

	CULTIVARES			
	TBIO Trunfo	BRS Atobá	ORS Absoluto	CD 150
CARACTERÍSTICAS				
Ciclo	Precoce	Precoce	Precoce	Precoce
Acamamento	MR	R	MR/R	MR
Brusone	MR	S	MR	MR
Ferrugem	MS	MR	MR	MR
Giberela	MR	MR	MR	S
Oídio	MS	R	MR	MS
Mancha foliar	MS	MR	MR	MS
Mosaico	MR	S	MR	SI
VNAC	MS	SI	MS	SI

MR= Moderadamente Resistente; MS= Moderadamente Suscetível; R= Resistente; S= Suscetível; SI= Sem informação.

Fonte: Adaptado de biotrigio; Bassoi, 2019; orsementes; CODETEC e EMBRAPA.

No dia 28 de maio de 2022 ocorreu a dessecação da soja, utilizando Roundup ® e Select ® e outra aplicação no dia 10 de junho de 2022 com Reglone ®. Os defensivos utilizados para manejo fitossanitário durante todo o ciclo da cultura estão na tabela 2.

Tabela 2 - Defensivos utilizados durante o ciclo do trigo.

DEFENSIVOS	DOSE	DATA APLICAÇÃO
Triclon ® Óleo natural	1,2 l ha ⁻¹ 0,2 l ha ⁻¹	8 de Agosto
Fusão ® Fortgreen Curative ® Engeo Pleno ® Óleo Expremo ®	0,8 l ha ⁻¹ 0,4 kg ha ⁻¹ 0,1l ha ⁻¹ 0,2l ha ⁻¹	22 de Agosto
Fusão ® Fortgreen Curative ® Bitrin ® Óleo Ochima ®	0,8 l ha ⁻¹ 0,4 kg ha ⁻¹ 0,2 l ha ⁻¹ 0,2 l ha ⁻¹	20 de Setembro
Helmistar Plus ® Fortgreen Curative ® Conect ® Citroran Doble ® Óleo Ochima ®	0,8 l ha ⁻¹ 0,4 l ha ⁻¹ 0,8 l ha ⁻¹ 0,15 l ha ⁻¹ 0,2 l ha ⁻¹	15 de Outubro
Tilt ® Citroran Doble ® Dimilim wg 80 ® Óleo Ochima ®	0,8 l ha ⁻¹ 0,2 l ha ⁻¹ 35 g ha ⁻¹ 0,14 l ha ⁻¹	27 de Outubro

Fonte: O autor, 2022.

A adubação NPK utilizada foi de 300 kg ha⁻¹ de 8 - 20 - 20 na base e 130 kg ha⁻¹ de ureia. Também foi aplicada uma tonelada de Fort Cálcio por hectare e Fortgreen Curative conforme análise de solo.

A semeadura ocorreu dia 11 de julho de 2022, com uma plantadeira de 23 linhas, espaçamento de 17 cm entre linhas, com 85 plantas por metro linear, com profundidade de semeadura de 2 cm. O experimento foi instalado com 11 fileiras para as cultivares TBIO Trunfo e BRS Atobá e 12 fileiras para as cultivares ORS Absoluto e CD 150 em cada ida da plantadeira, as fileiras eram de 1,80 metros de largura e 75 metros de comprimento.

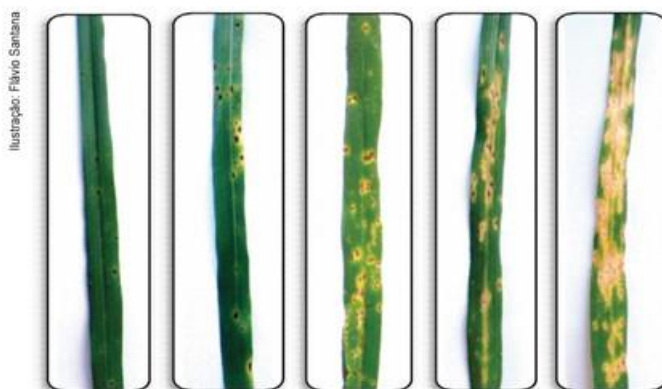
As doenças foram avaliadas por presença ou ausência e grau de severidade após a fase de perfilhamento como mostra a figura 2 (TELAXKA, 2018). A severidade foi avaliada de acordo com a escala de notas, conforme a Figura 3, adaptada de Lamari e Bernier (1989), usando a porcentagem da severidade da doença na análise dos dados para as manchas foliares, no caso mancha marrom (*bipolaris spp*). A avaliação do oídio (*oidium spp*) foi conforme a escala apresentada na tabela 3 (COSTAMILAN, 2009). A avaliação foi feita com a folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e a folha bandeira -2 (FB-2), sendo avaliada nas três linhas do centro de cada parcela, desconsiderando a bordadeira de acordo com a escala de notas (SANTANA et al, 2021).

Figura 2 - Avaliação de doenças nas cultivares de trigo, doença encontrada na foto–Oídio.



Fonte: autor, 2022.

Figura 3 - Escala de severidade de sintomas de manchas foliares em trigo. Adaptada de Lamari e Bernier (1989).



- 1 = Pequenos pontos escuros (2%);
- 2 = Pequenos pontos escuros, pouca clorose ou necrose (5%);
- 3 = Pequenas manchas com evidentes aneis de clorose/necrose (10%);
- 4 = Manchas com evidentes aneis de clorose/necrose, algumas coalescendo (20%);
- 5 = Diversas manchas de clorose/necrose coalescentes (60%).

Fonte: Adaptado de Lamari e Bernier (1989)

Tabela 3 - Escala utilizada para avaliação de severidade de ódio em trigo.

NOTA	DESCRIÇÃO
0	Não são observadas pústulas
0 ; tr (traços)	Uma pústula pequena, somente na base da planta Até três pústulas pequenas, somente na base da planta
1	início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas
2-	Início de desenvolvimento de pústulas pequenas nas folhas
2	Algumas pústulas na base da planta poucas pústulas pequenas, pouca produtivas de conídios, nas folhas
2+	Pústulas pequenas em pequeno número, pouco produtivas de conídios, distribuídas nas folhas e na base da planta
3-	Pústulas pequenas em grande número, muito produtivas de conídios, em toda planta
3	Pústulas médias em grande número, muito produtivas de conídios, em toda planta
3+	Pústulas grandes, muito produtivas de conídios, em grande número, em toda planta
4	Recobrimento quase total da planta com pústulas muito produtivas de conídios
5	Recobrimento total da planta com pústulas muito produtivas de conídios

Notas de 0 a 2+ indicam reação de resistência; notas de 3- a 5 indicam reação de suscetibilidade.

Fonte: Costamilan et al., 2009.

Os dados climáticos foram obtidos da estação meteorológica que fica instalada na propriedade, sendo coletada temperaturas máximas e mínimas, velocidade do vento e ausência ou não de chuva e geada, do dia do plantio até a colheita, fazendo a média semanalmente.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Para avaliação do porte de planta, mediu-se na fase de maturação, do solo até o ápice da espiga (arista inclusa), sendo avaliada 10 plantas aleatórias na parcela de cada cultivar de acordo com a figura 4 (A) (TELEXKA, 2018).

Avaliou - se o acamamento de todas as parcelas pelo método de Petrucci, onde considera a porcentagem da área acamada e o ângulo de inclinação do colmo, feita a avaliação antes do espigamento, após a fase da antese completa e na fase de maturação (SOUZA, 1998). A avaliação foi feita visualmente, observando cada parcela das cultivares em sua área total e medindo o ângulo de inclinação, com um transferidor, em um metro linear de cada parcela conforme a figura 4 (B) (TELEXKA, 2018).

Figura 4 - Aferição de porte de planta (A), Aferição de ângulo de inclinação (B)



Fonte: O autor, 2022.

Por fim avaliou a produtividade das cultivares, conforme a figura 5 foi utilizado uma área de 1,0 x 1,0 m delimitada com auxílio de um quadro de madeira, colocado como ponto de referência a % da área acamada. Os cachos de trigo foram colhidos manualmente, sendo em seguida passado na trilhadeira, pesado em uma balança digital e padronizado para 13% de umidade e depois convertido para Kg/há.

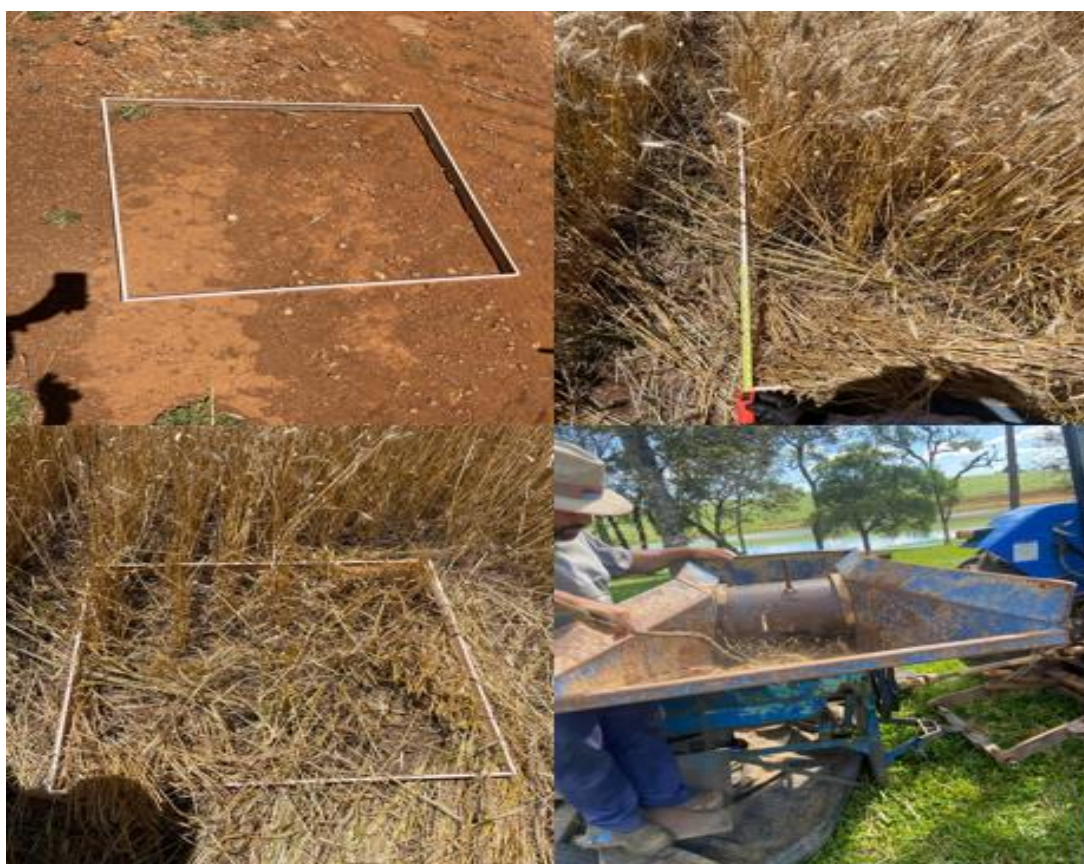


Figura 5 – Aferição de produtividade das cultivares avaliadas.

Fonte: O autor, 2022.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme Silveira (2020) e Da Silva (2011), diversos fatores podem resultar no acamamento das plantas como a fitossanidade. As cultivares ORS Absoluto e CD150 foram hospedeiras da mancha marrom no início do

perfilamento. Conforme a escala de severidade adaptada de Lamari e Bernier (1989) a cultivar ORS Absoluta teve nota 3 e a CD 150 teve nota 2. Na fase de início de espigamento ocorreu a incidência de oídio na cultivar Tbio Trunfo (Tabela 4).

Tabela 4 - Notas da avaliação de doenças foliares avaliadas nas cultivares de trigo Tbio Trunfo, BRS Atoba, ORS Absoluta e CD 150, na safra 2022, Guarapuava-PR.2022.

	FB	FB 1	FB 2
		Tbio Trunfo	
Mancha marrom*	2%	2%	2%
Oídio**	0	2-	2-
		BRS Atoba	
Mancha marrom *	2%	2%	2%
Oídio**	0	0	0
		ORS Absoluto	
Mancha marrom*	5%	10%	10%
Oídio**	0	0	0
		CD 150	
Mancha marrom*	5%	5%	5%
Oídio**	1	1	1

Fonte: Adaptada de Lamari e Bernier (1989).

*Folha bandeira (FB), folha bandeira -1 (FB-1) e a folha bandeira -2 (FB-2).

* Avaliação para mancha marrom conforme figura 4

** Avaliação de oídio conforme tabela 3

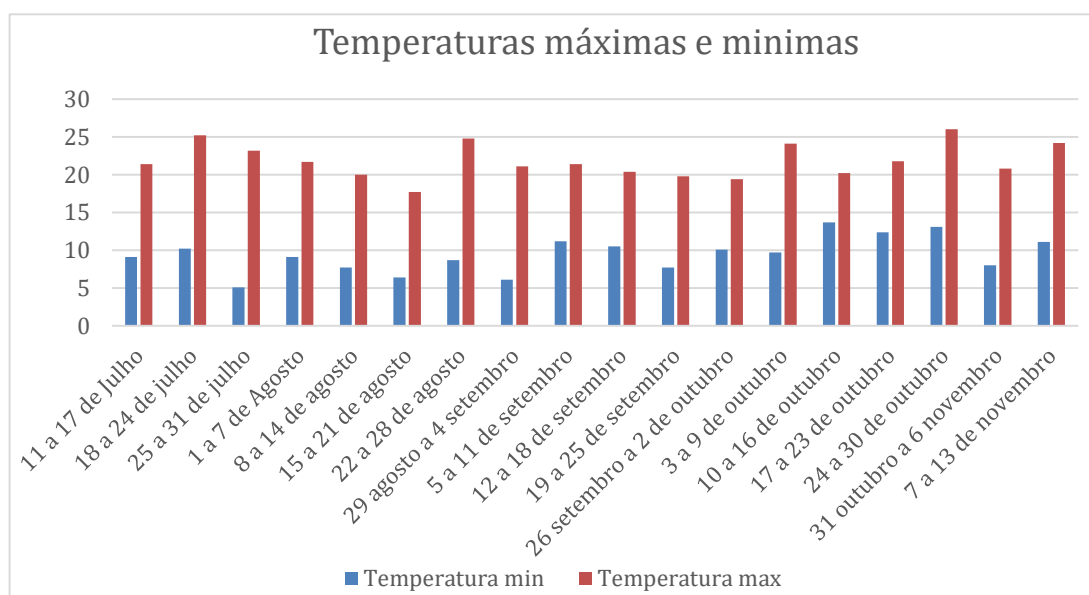
De acordo com os resultados obtidos, não houve incidência de doenças a ponto de interferir no acamamento das plantas. A presença das doenças durante o ciclo da cultura não teve um grau de incidência elevado, a que teve

uma maior incidência foi a ORS Absoluto mas durante o cultivo não teve nenhum tipo de acamamento.

Não há relatos de estudos que falem sobre mancha marrom e oídio interferir no acamamento, mas que doenças e pragas em alta severidade podem favorecer o acamamento (DA SILVA,2011)

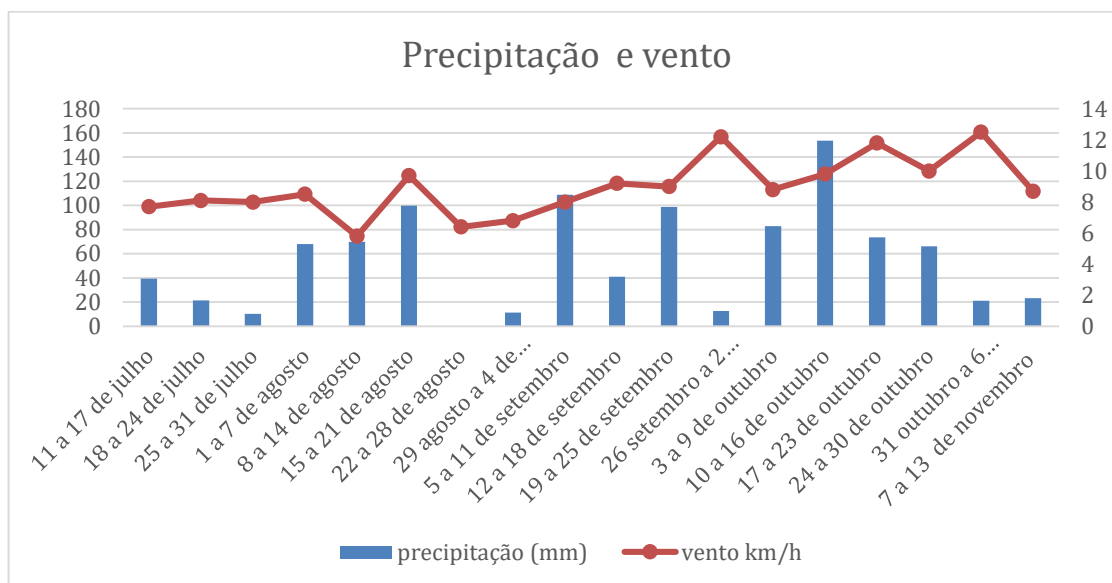
O clima afeta as plantas, tanto a temperatura, como a chuva, ventos e geadas (Duarte, 2016). Os dados climáticos obtidos durante o ciclo da cultura estão expressos nos gráficos 1 e 2.

Gráfico 1 - Temperaturas máximas e mínimas durante o ciclo das cultivares de trigo Tbio Trunfo, BRS Atoba, ORS Absoluta e CD 150, na safra 2022, Guarapuava-PR. 2022.



Fonte: O autor, 2022.

Gráfico 2 - Precipitação (mm) e velocidade do vento(km/hora) durante o ciclo da cultura das cultivares de trigo Tbio Trunfo, BRS Atoba, ORS Absoluta e CD 150, na safra 2022, Guarapuava-PR.2022.



Fonte: O autor, 2022.

As temperaturas foram amenas, não passando de 25 °C durante todo o ciclo, segundo Ribeiro (2012) o clima ideal para o cultivo de trigo que é entre 18 e 24 °C e que temperaturas maiores que 30°C podem ser prejudiciais à cultura. De acordo com Corrêa (2018) as temperaturas adequadas fazem a cultura se desenvolver melhor, portanto temperatura elevada é prejudicial, diminuindo germinação, produtividade e crescimento da raiz, podendo não fixar bem a planta e acamar.

Nogueira (2014) relata que geadas na fase da antese afetam a floração, pode ocorrer a queima das folhas e estrangulamentos de colmos. Todavia durante o ciclo teve um total de oito geadas, mas nenhuma afetando diretamente a cultura conforme observado visivelmente as parcelas das cultivares avaliadas. Além disso, outros fenômenos climáticos como chuvas demasiadas podem atrapalhar a colheita, maturação, rendimento e as características de qualidade dos grãos.

Como o gráfico 2 mostra, as semanas dos dias 26 de setembro ao dia 2 de outubro e de 31 de outubro ao dia 6 de novembro teve vento de maior velocidade com médias de 12,2 km/h e 11,8 km/h e respectivamente nessas semanas foi possível observar a inclinação dos colmos nas cultivares Tbio

Trunfo, BRS Atobá e CD 150, sendo o primeiro menor que 45° corroborando com o que o Instituto Nacional de Metodologia publicou em 2009: “ O trigo, a exemplo de outros cereais de inverno, também está sujeito ao acamamento causado por ventos intensos, maiores que 40km/h, cujo dano é mais severo quando ocorre a partir da fase de floração”. Apesar das médias dos ventos nas semanas em que ocorreu a inclinação dos colmos não serem de 40km/h, foi o suficiente para gerar acamamento. Resende e Junior em 2011 citam que ventos fortes e contínuos prejudicam o desenvolvimento da cultura, assim ventos fortes em culturas suscetíveis por conta de sua altura faz com que prejudique ainda mais a mesma, portanto cultivares mais altas, maior é o impacto do vento prejudicando a planta. Os resultados das aferições de altura e acamamento se encontram na tabela 5.

Tabela 5 - Resultado da aferição de altura e ângulo de acamamento nas cultivares.

Cultivares	Altura (m)	1ª avaliação	2ª avaliação	3ª avaliação
Tbio Trunfo	1,06	0°	12,5°	46,8°
Brs Atobá	0,97	0°	43,3°	45,2°
Ors Absoluta	0,89	0°	0	0°
CD 150	0,83	0°	0	28,5°
Média	0,94	0°	13,95°	30,12°

Fonte: O autor, 2022.

As estaturas de plantas variaram de 83 centímetros a 1,06 metros, onde separou as cultivares em dois grupos, ficando abaixo da média de 94 centímetros as cultivares ORS Absoluta com 89 centímetros e CD 150 com 83 e ficando altura acima da média para as cultivares Tbio Trunfo com 1,06 metros e BRS Atobá com 97 centímetros. Argenta em 2019 relatou que a estatura ideal para uma resistência ao acamamento é de 0,7 e 1,0 metro de altura da planta, não sendo apenas essa uma característica para a resistência, mas a

altura elevada com acompanhamento de ventos e chuvas fortes têm uma maior facilidade de ocorrência de acamamento.

Na primeira avaliação (tabela 5), feita antes do espigamento, não houve diferença entre as cultivares, a média resultou em um ângulo de 0° , assim como Penckowski em 2009 definiu que o acamamento somente se dá quando o colmo inclina mais 45° . As fases do trigo estão ligadas com o acamamento, Da Silva et al., 2006 evidenciaram que as maiores perdas por acamamento ocorre na fase da antese e que em fases anteriores a antese foi identificado uma melhora nas cultivares acamadas mostrando um desempenho na produtividade das mesmas mesmo estando com um grau de acamamento.

A segunda avaliação foi feita na fase da antese do trigo e notou-se inclinação nas cultivares BRS Atobá e Tbio Trunfo, porém também não passaram do ângulo de 45° . A cultivar BRS Atobá apresentou 3% da sua área total inclinada.

A terceira avaliação foi realizada na fase de maturação, e as cultivares Tbio Trunfo e BRS Atobá acamaram, ou seja inclinaram os 45° ou mais, sendo 16% da área de Tbio trunfo, e 18% da BRS Atobá. A Ors Absoluta não teve inclinação e a cultivar CD 150 teve 6% da sua área inclinada, apesar de não atingir os 45° .

Segundo Espindula (2007) a estatura de planta é um fator que pode estar relacionado a resistência ao acamamento, podendo este não ser um fator determinante, porém que favorece para que ocorra. As cultivares que acamaram possuem altura de planta mais elevada, assim como nos estudos de Cruz (2001) onde conclui que as plantas de porte pequeno são mais resistentes ao acamamento.

A avaliação de produtividade de acordo com a tabela 6 se desenvolveu conforme esperado, pois cultivares que tiveram um maior acamamento e inclinação do colmo tiveram também uma menor produtividade. De acordo

com Prando et al (2013) o acamamento afeta a produtividade das plantas como também afetou a produtividades no trabalho realizado e Trevizan et al (2015) diz que a produtividade poderia ser afetada positivamente na redução da estatura e assim resistência ao acamamento.

Tabela 6 – Resultado da produtividade das cultivares de trigo.

		Produtividade (kg ha ⁻¹)	
ORS ABSOLUTO	CD 150	TBIO TRUNFO	BRS ATOBA
5.268	3.996	3.582	3.770

Fonte- O autor, 2022.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores genética, doenças, clima, porte de planta podem causar acamamento na cultura do trigo, porém, as cultivares utilizadas são todas moderadamente resistente a resistente, adaptadas ao clima do local estudado. Observou-se baixa incidência de doenças, houve incidência de ventos fortes, no entanto, observou-se leve acamamento nas cultivares de maior porte, Tbio Trunfo e BRS Atobá, e houve baixa produtividade nas plantas que tiveram acamamento. Portanto, as cultivares manifestaram sua genética de forma proporcional as suas características

REFERÊNCIAS

ARGENTA, Jéssica. **Características morfológicas, anatômicas e químicas associadas à resistência ao acamamento em Avena sativa**. 2019. 134 pg. Dissertação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS. 2019.

BASSOI, M. C.; FOLONI, J. S. S.; SILVA, S. R. **Cultivar de trigo BRS Atobá**. 2019. <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5904/trigo---brs-atoba>. Acesso em: 05/11/2022.

BIOTRIGO. https://biotriga.com.br/cultivares/portfolio/tbio_trunfo/57. Acesso em: 05/11/2022.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

CODETEC

E

EMBRAPA.

https://www.cati.sp.gov.br/portal/themes/unify/arquivos/produtos-e-servicos/TRIGO_CD_150.pdf. Acesso em: 05/11/2022

CONAB. **Análise mensal trigo.** 2022. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TrigoZ-ZAnaliseZMensualZ-ZAbrilZ2022%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TrigoZ-ZAnaliseZMensualZ-ZAbrilZ2022%20(1).pdf) Acesso em: 16/07/2022.

COSTAMILAN, Leila Maria et al. **Avaliação de severidade de oídio (*Blumeria graminis* f. sp. *tritici*)** em trigo, ensaios Valor de Cultivo e Uso, Ensaio Preliminar em Rede e Bloco de Cruzamentos, em 2009. 2009. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/825235/avaliacao-de-severidade-de-oidio-blumeria-graminis-f-sp-tritici-em-trigo-ensaios-valor-de-cultivo-e-uso-ensaio-preliminar-em-rede-e-bloco-de-cruzamentos-em-2009>. Acesso em: 15/09/2022.

CORRÊA, Aretha Arcenio Pimentel. **Desempenho de cultivares de trigo em condições de estresses térmico e hídrico.** 2018.

CRUZ, Pedro Jacinto. **Genética do acamamento em trigo (*Triticum aestivum* L.) e a identificação do caráter para seleção.** 2001.

DA SILVA, FABIANA MOTA. **Desempenho de genótipos de trigo em condições edafoclimáticas distintas do estado de São Paulo.** 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas–SP.

DA SILVA, Jose Antonio Gonzalez et al. **Correlação de acamamento com rendimento de grãos e outros caracteres de interesse agrônomo em plantas de trigo.** 2006.

DE SOUZA, Velci Queiróz et al. **Desfolha em diferentes estádios fenológicos sobre características agrônomicas em trigo.** Bioscience Journal, 2013.

DUARTE, Nelson David Lesmo. Efeitos da Temperatura sobre a Soja e Milho no Estado de Mato Grosso do Sul. **ANAIS-ENCONTRO CIENTÍFICO DE ADMINISTRAÇÃO, ECONOMIA E CONTABILIDADE**, v. 1, n. 1, 2016.

ESPINDULA, Marcelo Curitiba. **Adubação nitrogenada e redutores de crescimento na cultura do trigo.** 2007.

FERNANDES, Eliana Cuéllar et al. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo.** 2009.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola** / organizador José Eduardo B. A Monteiro. - Brasília, DF: INMET, 2009.

Köppen, W. 1936. **Sistema geográfico do clima**. Gebr, Borntraeger, 1-44.

LAMARI, L.; BERNIER, C. C. **Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot [*Pyrenophora tritici-repentis*] based on lesion type**. Canadian Journal of Plant Pathology, v. 11, p. 49-56, 1989.

LAU, D. et al. **Doenças de trigo no Brasil**. 2011.

MAI, Tiago. **Avaliação de cultivares de trigo indicadas para o cultivo no estado do Rio Grande do Sul**. 2014.

NOGUEIRA, S. M. C. **Aplicação de um modelo agrometeorológico-espectral e de variáveis meteorológicas do modelo ETA para estimar a produtividade do trigo**. 2014.

ORSEMENTES. <https://www.orsementes.com.br/cultivares/5/ors+absoluto>. Acesso em: 05/11/2022.

PENCKOWSKI, Luis Henrique; ZAGONEL, Jeferson; FERNANDES, Eliana Cuéllar. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta produtividade. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 473-479, 2009.

PINHÃO, Prefeitura Municipal de Pinhão. **Conheça o município**. Pinhão-PR. Disponível: <https://www.pinhao.pr.gov.br/pinhao/> Acesso em: 05/08/2022.

PRADO, Andre Mateus et al. Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 2013.

REIS, Erlei Melo; REIS, Andrea Camargo; ZANATTA, Mateus. **Oídio do trigo**. REZENDE, Sebastião Antonio Azevedo; JUNIOR, Joaquim Carlos de Resende. **Interferência dos ventos no cultivo de plantas: efeitos prejudiciais e práticas preventivas**. 2011. 6 pg. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer. Goiânia-GO. 2011.

RIBEIRO; **Estresse por altas temperaturas em trigo: impacto no desenvolvimento e mecanismos de tolerância**. 2012.

SANTANA, Flavio Martins et al. Eficiência de fungicidas para controle de manchas foliares do trigo: resultados dos Ensaios Cooperativos- safras 2018 e 2019. 2021. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1132928/eficiencia-de-fungicidas-para-controle-de-manchas->

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

foliares-do-trigo-resultados-dos-ensaios-cooperativos---safras-2018-e-2019.
Acesso em: 10/09/2022.

SILVEIRA, Diógenes Secchin et al. **Identificação e associação de estratégias indiretas para mensurar a resistência ao acamamento em aveia-branca.** 2020.

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2006.

SOUZA, Cantidio Nicolau Alves. ***O acamamento e a reação de cultivares de trigo recomendadas no Rio Grande do Sul.*** 1998.

TERLEXKA, Fabio Junior. **Manejo de giberela e mancha-amarela na cultura do trigo.** 2018. 61 pg. Mestrado. Unicentro-PR/PPGA. Guarapuava-PR. 2018.

TREVISAN, Katia; GREGOLETI, Everton; HOFFMANN, Andrea Ferreira. Trinexapac-etil diminui o acamamento e aumenta produtividade do cultivar de trigo Tbio pioneiro. **RAMVI, Getúlio Vargas. v. 02, n. 03, jan./jul.** 2015.

MONITORAMENTO DAS PERDAS DE PRODUTIVIDADE NA COLHEITA MECANIZADA DE SOJA (*Glycine max*).

Anderson Strechar
Greice Redivo
João Paulo Niemes

RESUMO: A colheita é a última etapa realizada no campo, pela sua complexidade exige técnicas e amplo conhecimento para que seja feita de forma adequada, deste modo minimizando as perdas quantitativas e qualitativas para se obter retorno econômico a partir do aumento de produtividade. Em sua grande maioria o controle não é efetivo, ultrapassando os limites aceitáveis. Este trabalho teve como objetivo realizar o controle das perdas a partir da coleta de dados além de identificar possíveis problemas relacionados à regulagem das colhedoras, em seguida, caso encontrado, os operadores foram informados para que pudessem tomar as corretas decisões e buscar solucionar o problema. A qualidade da colheita foi dependente das regulagens, as quais foram realizadas de acordo com as condições climáticas, relevo, umidade dos grãos e características agronômicas da cultura. Por fim, foi realizado um levantamento com base na cotação da saca de 60 kg para se obter os valores monetários perdidos nas áreas de colheita.

PALAVRAS-CHAVE: Colheita. Perdas quantitativas. Regulagens.

ABSTRACT: Harvesting is the last stage carried out in the field, due to its complexity it requires techniques and extensive knowledge to be done properly, thus minimizing quantitative and qualitative losses to obtain economic return from increased productivity. In most cases, the control is not effective, exceeding acceptable limits. The objective of this work was to control losses based on data collection, in addition to identifying possible problems related to the adjustment of the harvesters. Then, if found, the operators were informed so that they could make the right decisions and seek to solve the problem. Harvest quality was dependent on the adjustments, which were carried out according to climatic conditions, relief, grain moisture and agronomic characteristics of the crop. Finally, a survey was carried out based on the price of a 60 kg bag to obtain the monetary values lost in the harvest areas.

KEYWORDS: Harvest. Quantitative losses. Adjustments.

1 INTRODUÇÃO

A soja é a principal oleaginosa cultivada no mundo. Ela participou, em 2006, com cerca de 57% do total de 377 milhões de toneladas produzidas em nível global pelas sete oleaginosas mundiais (soja, dendê, girassol, canola, amendoim, algodão e mamona). Seu elevado teor em proteínas (40%) faz dela a principal matéria prima na fabricação de rações para a alimentação de animais (EMBRAPA, 2012).

A produção brasileira tem crescido nos últimos anos, tanto em produtividade como em área semeada, e estes aumentos passaram a exigir

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

maior qualidade e rapidez na colheita que, quando realizada indevidamente, no estágio de maturação inadequado, sem o devido preparo dos produtores, com indevida manutenção e regulação das colhedoras, dentre outros fatores, acarreta perdas consideráveis, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores (Ferreira, Ivan., et al, 2007).

Apesar dos avanços obtidos pelas indústrias de máquinas agrícolas, a colheita mecanizada das lavouras de soja ainda apresenta desperdícios de grãos. De acordo com padrões internacionais, a tolerância de perdas é de até uma saca (60kg) por hectare, acima disso é considerado desperdício (EMBRAPA, 2012).

O processo produtivo da soja pode ser totalmente mecanizado e um dos pontos importantes dessa mecanização são os fatores operacionais a serem utilizados na colhedora. A regulação deve ser adequada conforme a cultura, material genético, teor de água do grão, velocidade da colhedora e a finalidade do grão (Chioderoli, Carlos Alessandro et al., 2012).

Em geral, para a realização da colheita mecanizada, é recomendado que a umidade dos grãos atinja de 12% a 14%. Grãos com umidade superior a 14% podem estar sujeitos a maior incidência de danos mecânicos latentes (amassamento) durante o processo da colheita, enquanto teores de umidade inferiores a 12% podem resultar em maior sensibilidade a quebra dos grãos (danos imediatos) e em prejuízos à qualidade fisiológica das sementes (França Neto et al., 2007).

Segundo França Neto et al.(2007), a associação entre a correta regulação da altura de corte, sistema de trilha, velocidade da colhedora e a disponibilidade de uma estrutura eficiente de secagem permitem a realização da colheita mecanizada de grãos com teores de umidade superiores a 18%.

Dentre os fatores que podem influenciar nas perdas na colheita mecanizada de soja, podem-se citar a altura de corte da plataforma da colhedora, a velocidade do molinete, a rotação do cilindro trilhador, a abertura

entre o cilindro e o côncavo, e a velocidade de deslocamento (Toledo, Anderson de et al., 2008).

Com o desenvolvimento e a adição de tecnologias embarcadas nas novas colhedoras, tais como o uso de sensores de perda e regulagens elétricas, (Schanoski et al., 2011), o operador pode monitorar diversos indicadores de qualidade, em tempo real, durante a colheita, e realizar os ajustes necessários para melhorar a eficiência no decorrer dessa operação (Cassia et al., 2015).

A determinação das perdas pelo método volumétrico do copo medidor da EMBRAPA possibilita um manejo integrado e rápido do processo de colheita, de modo a mantê-las no nível de tolerância de até 1,0 saco de 60kg por hectare. Essa informação, aliada ao conhecimento dos sistemas operacionais de uma colhedora e suas respectivas regulagens, permite realizar uma colheita mais eficiente, contribuindo para a redução das perdas e a eliminação dos desperdícios dos grãos, proporcionando uma maior durabilidade a colhedora e o aumento da lucratividade da lavoura (EMBRAPA, 2022).

O aumento da produtividade e a redução de custos é um dos principais objetivos de qualquer processo produtivo. Desde o princípio das cadeias produtivas, é essencial a utilização de meios de inspeção com a finalidade de avaliar o produto final para que este mantenha padrões especificados e, consequentemente, o êxito do processo (Toledo, Anderson de et al., 2008).

Baseado neste contexto o objetivo deste trabalho foi realizar o monitoramento da colheita para reduzir as perdas, buscando solucionar os possíveis problemas relacionados à regulação das colhedoras levando em consideração a umidade dos grãos, condições climáticas e características agronômicas da cultura.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na fazenda Vale do Sol, localizada na cidade de TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Sorriso/MT, com coordenadas 13° 04 '24"S e 55° 46' 27"W e altitude de aproximadamente 420 metros. De acordo com a classificação da EMBRAPA e IBGE, a região apresenta clima tropical super-úmido de monção, com elevada temperatura média anual, superior a 24 °C e alta pluviosidade (2.000 mm anuais), apresentando alto índice de chuva no período da colheita entre os meses de janeiro e março.

Os dados foram coletados de quatro máquinas durante a colheita de uma área de 410 ha composta por duas cultivares distintas. As amostragens foram realizadas de forma aleatória, em média sendo feita de 3 em 3 horas.

Para obter-se a média de altura e plantas por metro foi utilizada fita métrica, também foi realizada a contagem de nós reprodutivos e vagens por planta.

A primeira cultivar colhida foi a DESAFIO 8473 que foi plantada em um espaçamento de 45 cm entre as linhas. Totalizou-se 20,7 plantas por metro com 71,3 cm de altura, contendo 10 nós reprodutivos e 23,1 vagens.

A segunda cultivar foi a DM 81184, com 13,3 plantas por metro linear, 72,5 cm de altura, 12,3 nós reprodutivos e 42,6 vagens por planta, também com espaçamento de 45 cm entre as linhas.

Foram utilizadas 4 colhedoras da marca John Deere, modelo S670, plataforma 40 pés, com sistema de trilha axial, velocidade de trabalho podendo atingir até 8,5 km/h.

Para a realização da colheita o sistema de alimentação, côncavo, molinete, rotação, altura da plataforma, abertura e fechamento das peneiras superiores e inferiores, ventilação e espalhador foram feitas de acordo com as condições climáticas, do relevo, das características agronômicas da planta como altura das, população, inserção das vagens e do conhecimento dos operadores.

Para quantificar as perdas utilizou-se o material disponibilizado pela EMBRAPA, composto por uma armação retangular com medidas de 4x0.50

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

metros, totalizando 2m² e um copo de plástico, quantificando as perdas por sacas/ha, sendo a numeração de forma crescente no copo, onde cada número representa uma saca.

A armação foi devidamente montada cerca de 100m a partir do ponto de partida e no meio dos talhões para que todo o sistema da máquina estivesse abastecido, não sendo realizadas amostras nas bordaduras devido ao acúmulo de grãos, já que este local serve para as máquinas realizarem manobras e descarga.

Todos os grãos dentro da armação foram coletados, as vagens inteiras debulhadas e colocadas dentro do copo. As amostras foram realizadas nas laterais e no centro do corte da plataforma. A cada coleta de dados realizada, foi comparada com os limites considerados aceitáveis, buscando sempre estar abaixo do mesmo. Caso estivesse próxima ou acima deste limite, a informação foi devidamente repassada ao operador para que o mesmo pudesse tomar decisões visando ajustar as regulagens.

A quantificação foi baseada na umidade que os grãos apresentavam na hora da colheita. Para avaliar a umidade dos grãos foi realizado uma média de todas as cargas que saíram da lavoura até o armazém, local onde as amostras foram retiradas para se obter o percentual de umidade presente nos grãos.

Realizou-se a conversão de sacas/ha para kg/ha. A umidade do grão para a comercialização é de 14%, para as cargas onde os grãos que apresentaram umidade superior, foi realizada também a conversão utilizando a fórmula:

$$\text{Peso (14\%)} = Q/\text{kg} \times \frac{100 - U_i}{100 - U_f}$$

U_i = umidade inicial

100 - U_f

U_f = umidade final

Q/kg = quantidade total

A quantidade total representa o peso das perdas em kg/ha por máquina

na umidade em que os grãos apresentaram no momento da colheita, em seguida foi realizada a conversão para 14% de umidade utilizando a fórmula, assim obter-se a quantidade real perdida.

Ao final da colheita obteve-se um parâmetro das perdas por máquina e a quantidade total perdida das quatro colhedoras em ambos os talhões, multiplicando os valores pela cotação do produto para se ter o valor monetário da área total colhida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de perdas na colheita das duas cultivares avaliadas nos demonstram que a cultivar DM81I84 apresentou resultados superiores às perdas geradas pela cultivar DESAFIO 8473 com 74 e 36,75 kg ha⁻¹ respectivamente. Na média geral (Tabela 1), isso representa 49,6% a mais de perda comparando uma cultivar com a outra.

Tabela 1. Variação da umidade e perdas de colheita utilizando 4 colhedoras em 2 cultivares diferentes de soja, sendo realizadas 7 amostras de perda por máquina em cada variedade colhida, realizadas na fazenda Vale do Sol. Sorriso - MT. 2022.

MÁQUINA UMIDADE(%)	PERDAS EM Kg.ha		VARIAÇÃO DA	
	DESAFIO 8473	DM81I84	DESAFIO 8473	
DM81I84				
1	37	70	11,4 e 15,1	16,6
e 28				
2	30	110		
3	45	95		
4	35	80		
Média geral	36,75	74	13,35	
22,3				

*Os valores da umidade representam o percentual mínimo e máximo dos grãos quando colhidos dentro de cada talhão.

Na colheita da DESAFIO 8473 a umidade dos grãos manteve-se entre 11,4% e 15,1%, resultando em perdas inferiores ao limite aceitável. A umidade da palhada e dos grãos facilitou a operação onde se teve um bom controle das perdas. Resultado semelhante ao de HOLTZ et al. (2013) observaram que nestas condições o sistema de trilha opera com maior facilidade na debulha das vagens, reduzindo as perdas.

Houve maior perda na plataforma devido a sensibilidade da abertura das vagens, onde as mesmas não chegaram a passar pelo sistema de alimentação e trilha. Também ocorreu maior incidência de dano mecânico, quebra dos grãos e por estarem com pouco teor de água foram jogados para fora pelo sistema de ventilação.

Para a EMBRAPA (2022) a umidade ideal para a colheita varia entre 13% e 15% para evitar danos latentes e quebra mecânica e velocidade de deslocamento entre 5 e 6,5 km/h. A média de velocidade das colhedoras variou entre 4,5 e 8,5 km/h e a umidade manteve-se próxima aos padrões indicados.

Para TOLEDO et al. (2008) a uniformidade da umidade é desejável para que possa se manter as mesmas regulagens dos mecanismos internos da colhedora, dentro de certos limites, isso faz com que haja menos perdas e danos mecânicos.

A distribuição das perdas DESAFIO apresentou-se assimétrica. Segundo COMPAGNON et al. (2012) isso pode ser justificado pelas colhedoras apresentarem sistema de trilha axial, o que permite a entrada da massa colhida no sentido do eixo do rotor o que determina maior capacidade de colheita. Este sistema de trilha possibilita maior eficácia na debulha das vagens, facilitando a separação dos grãos do restante da planta no sistema de limpeza composto pelas peneiras.

A colhedora 3 apresentou maiores perdas nesta área em relação às outras, isso pode ser explicado devido ao fato desta máquina colher em uma maior velocidade de deslocamento, ela possui um sistema interno que a torna

mais forte e rápida, resultado semelhante ao de FERREIRA et al. (2007) que observaram maiores perdas em velocidades mais altas e abertura do côncavo quando a umidade do grão é mais baixa.

Para MESQUITA et al. (2001) a partir do aumento da velocidade ocorrem maiores perdas, sendo mais expressivas quando a velocidade ultrapassa os 7,0 km/h. Com a velocidade mais alta, houve abertura do côncavo para que o sistema de alimentação, trilha e limpeza das colhedoras pudessem trabalhar de forma adequada, recebendo maior quantidade de massa.

A colheita da DM81I84 foi realizada em dias onde houve precipitação pluviométrica, fator que acarretou em mudanças nas regulagens das colhedoras e diminuição na velocidade de trabalho que variou entre 3,5 e 5,0 km/h. Nota-se que houve maior variação da umidade dos grãos e das perdas por máquina. A colheita foi realizada nessas condições devido ao fato de que haviam outras áreas em plena maturação para serem colhidas.

Verificou-se maiores perdas nas peneiras, onde devido ao grande fluxo de massa os grãos não foram separados de forma adequada, além de grãos esmagados, vagens não debulhadas e embuchamento das colhedoras, o que acarretou em problemas mecânicos nas máquinas. HOLTZ et al. (2013) observaram a dinâmica das perdas em relação a umidade do ar e conseqüentemente da palhada, quanto maior esta umidade, maiores foram as perdas na trilha.

Na área da cultivar DM81I84 as perdas foram acima do limite aceitável, a umidade dos grãos no momento da colheita apresentava-se entre 16.6% e 28% e a umidade relativa do ar acima dos 65%, mantendo a palhada úmida e dificultando a limpeza e o processo de debulha das vagens. Para SCHANOSKI et al. (2011) quando a umidade relativa do ar aumenta para valores de 40 a 60%, observa-se tendência de aumento nas perdas.

A perda quantitativa de grãos de soja ocasionado pelo mecanismo de separação e limpeza é influenciada pelo sistema de trilha, quando o teor de

umidade do grão de soja é maior (Camolesi et al., 2015).

A umidade da palhada e dos grãos mais elevada no momento da colheita fazem com as regulagens sejam realizadas com maior frequência, diminuindo a velocidade e aumentando a rotação do rotor. A variação na velocidade promove maior ou menor fluxo de material presente dentro dos mecanismos internos, que afetam de maneira significativa os padrões aceitáveis de controle (Chioderoli, Carlos Alessandro et al., 2012).

As diferenças de perda nas mesmas condições de colheita, utilizando o mesmo modelo de máquina está ligada ao fator operacional, como observa Campo, MARCO et al. (2005) onde a velocidade de deslocamento e rotação são dependentes da regulagem realizada pelo operador, fator este que quando realizado de forma adequada, torna-se decisivo tanto para diminuir as perdas.

Levando em consideração a cotação atual da soja na cidade de Sorriso/MT, segundo a CONAB (2022) no mês de Fevereiro, o preço manteve-se entre R\$ 173,50 e R\$ 177,00 a saca. Com base nestes dados foi realizada uma estimativa de quanto foi perdido em reais somando as áreas das duas cultivares, totalizando 410,95 ha, sendo perdidas 253 sacas na área da cultivar DM 81I84 e 126 na área da cultivar DESAFIO 8473, totalizando 379 sacas de 60 kg, o que multiplicado pelo valor médio da saca da soja (R\$ 175,50) chegou-se a uma perda de R\$ 66.515,00.

A média de produtividade foi de 55 sacas/ha, totalizando 22.550 sacas na área total, ou seja, houve redução de 1,68% na quantidade final do produto após a colheita levando em consideração a quantidade de produto que havia no campo para colher.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A colheita da DESAFIO 8473 realizada em condições de clima mais seco e com teor de umidade do grão mais baixo resultou em uma melhor qualidade

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

de colheita, com perdas inferiores quando comparadas a DM81I84.

Na DM81I84 as perdas e a umidade apresentaram maior variação, sendo necessário alterar de forma mais frequente as regulagens, dificultando o sistema de trilha e limpeza do produto.

A regulagem das colhedoras foi realizada de acordo com as condições climáticas e conhecimento dos operadores.

O monitoramento possibilitou identificar e solucionar os problemas encontrados durante o processo de colheita.

Consequentemente obteve-se menores perdas econômicas e melhor qualidade sanitária do grão mesmo quando as condições não foram as mais adequadas.

REFERÊNCIAS

CAMOLESE, H.S.; BAIO, F.H.R.; ALVES, C.Z. **Perdas quantitativas e qualitativas de colhedoras com trilha radial e axial em função da umidade do grão**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v.9, p. 21-29, 2015.

CAMPOS, MARCO. A. O. et al. **Perdas na colheita mecanizada de soja no Estado de Minas Gerais**. Engenharia Agrícola [online]. 2005, v. 25, n. 1

CASSIA, M.T.; VOLTARELLI, M.A.; SILVA, R.P. da; ZERBATO, C.; LIMA, P.H. de. **Monitoramento da operação de colheita mecanizada de sementes de soja**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, p.1209-1214, 2015.

CHIODEROLI, CARLOS ALESSANDRO et al. **Perdas de grãos e distribuição de palhada na colheita mecanizada de soja**. Bragantia [online]. 2012, v.71, n.1

COMPAGNON, Ariel Muncio, et al. **Comparação entre métodos de perdas na colheita mecanizada de soja**. Scientia agropecuaria, v. 3, n. 3, p. 215-223, 2012.

Conab/Br Investing. **Os preços apresentados nas praças em MT são referentes ao mercado disponível**, 2022.

FERREIRA, IVAN C., et al. **“Perdas quantitativas de soja em função da**
TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga:
UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha". Engenharia na Agricultura, v 15. n 2, p.141-150, 2007.

FRANÇA NETO, J.de B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G.P. de; COSTA, N.P. da. HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade.** Londrina: EMBRAPA Soja, 2007. 12p.(Circular técnica,40).

HOLTZ, VANDOR e REIS, ELTON FIALHO. **Perdas na colheita mecanizada de soja: uma análise quantitativa e qualitativa.** Revista Ceres [online]. 2013

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G. **Perfil da colheita mecanizada da soja no Brasil: perdas e qualidades físicas do grão relacionadas a características operacionais.** IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30. Anais...; 2011. Foz do Iguaçu - PR.

SCHANOSKI, R.; RIGHI, E.Z.; WERNER, V. **Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine max*) no município de Maripá-PR.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online].2011, v.15, n.11

TOLEDO, ANDERSON de et al. **Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja.** Engenharia Agrícola [online]. 2008, v.28, n.4

SILVEIRA, Jose Miguel et al. **Manejo Integrado da Colheita: determinação das perdas de grãos na colheita de soja usando o Copo Medidor da Embrapa,** 2022.
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/236215/1/Com-Tec-102-manual-copo-medidor-2022.pdf> acesso em:12/10/2022.

PORTUGAL, F. F; SILVEIRA, Jose Miguel.; **Colheita.** 2021.
<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/colheita> acesso em:28/09/2022

Copo medidor para a determinação da perda e desperdício de grãos na colheita mecanizada de soja. 2011. <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/93/copo-medidor-para-a-determinacao-da-perda-e-do-desperdicio-de-graos-na-colheita-mecanizada-de-soja> acesso em: 20/09/2022.

PRODUÇÃO DE BIOGÁS PARA ENERGIA: PANORAMAS MUNDIAL E BRASILEIRO

Angelo Antonio Delponte
Rafaela Franqueto
Renan Franqueto

Resumo: O presente artigo aborda o tema das tecnologias para conversão do biogás em energia elétrica e apresenta um panorama do uso de biogás na Europa e no Brasil, com ênfase nas legislações e políticas adotadas em ambos os contextos. O biogás tem despertado crescente interesse como uma fonte de energia renovável, devido à sua capacidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa e aproveitar resíduos orgânicos para geração de energia. Para que o biogás possa ser utilizado como combustível, é fundamental avaliar sua composição química, vazão e poder calorífico. Dentre as tecnologias existentes, destacam-se os processos de conversão termoquímica, bioquímica e físico-química. O foco deste estudo é a conversão bioquímica, mais especificamente a digestão anaeróbia. O Brasil tem buscado promover a utilização do biogás como parte de suas políticas de mitigação das mudanças climáticas e diversificação da matriz energética. A Política Nacional sobre Mudança do Clima e a Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio) são exemplos de iniciativas que visam impulsionar a produção e o uso do biogás no país. Além disso, em nível estadual, alguns estados brasileiros têm estabelecido regulamentações específicas para fomentar a produção e o consumo de biogás e biometano. A compreensão dessas políticas é fundamental para promover o desenvolvimento sustentável do setor de biogás, contribuindo para a transição para uma economia de baixo carbono.

PALAVRAS-CHAVES: Biogás. Digestão Anaeróbia. Tecnologias. Parâmetros. Purificação. Balanço de Massa. Balanço Energético.

BIOGAS PRODUCTION FOR ENERGY: WORLD AND BRAZILIAN PANORAMAS

Abstract: This article addresses the topic of technologies for converting biogas into electrical energy and presents an overview of the use of biogas in Europe and Brazil, with emphasis on the legislation and policies adopted in both contexts. Biogas has attracted growing interest as a renewable energy source due to its ability to reduce greenhouse gas emissions and harness organic waste for energy generation. For biogas to be used as a fuel, it is essential to evaluate its chemical composition, flow rate and calorific value. Among the existing technologies, thermochemical, biochemical and physicochemical conversion processes stand out. The focus of this study is biochemical conversion, more specifically anaerobic digestion. Brazil has sought to promote the use of biogas as part of its policies to mitigate climate change and diversify the energy matrix. The National Policy on Climate Change and the National Biofuel Policy (Renovabio) are examples of initiatives that aim to boost the production and use of biogas in the country. In addition, at the state level, some Brazilian states have established specific regulations to foster the production and consumption of biogas and biomethane. Understanding these policies is key to promote the sustainable development of the biogas sector, contributing to the transition to a low-carbon economy.

KEYWORDS: Biogas. Anaerobic Digestion. Technologies. Parameters. Purification. Mass Balance. Energy Balance.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é impossível ignorar, a importância das tecnologias de energia renovável e suas múltiplas funções em, como por exemplo: compensação do esgotamento dos recursos de combustíveis fósseis; a redução das emissões de gases de efeito estufa; o melhoramento da segurança energética e a criação de postos de trabalhos.

Atualmente, a maior parte da energia da biomassa ainda é simplesmente queima de madeira aquecimento doméstico e cozinhar nos países em desenvolvimento, onde contribui com cerca de 22% para o total mistura de energia primária (ENEA, 2016). A biomassa é uma fonte de energia versátil, renovável, amplamente disponível e potencialmente sustentável, bem como sendo praticamente neutro em carbono. Os potenciais técnicos e econômicos da biomassa são consideravelmente do que o consumido atualmente, e sua disponibilidade é distribuída uniformemente em todos os países. A biomassa pode ser classificada de acordo com suas principais características físicas (e químicas), como por exemplo: teor de umidade, poder calorífico, proporções de carbono e voláteis fixos, teor de cinzas, relação celulose / lignina (ENEA, 2016).

A energia derivada da biomassa continua a receber muito interesse devido à sua abundância, versatilidade, capilaridade distribuição, neutralidade potencial em termos de emissões de gases com efeito de estufa, bem como estímulo ao setor agrícola e à economia rural.

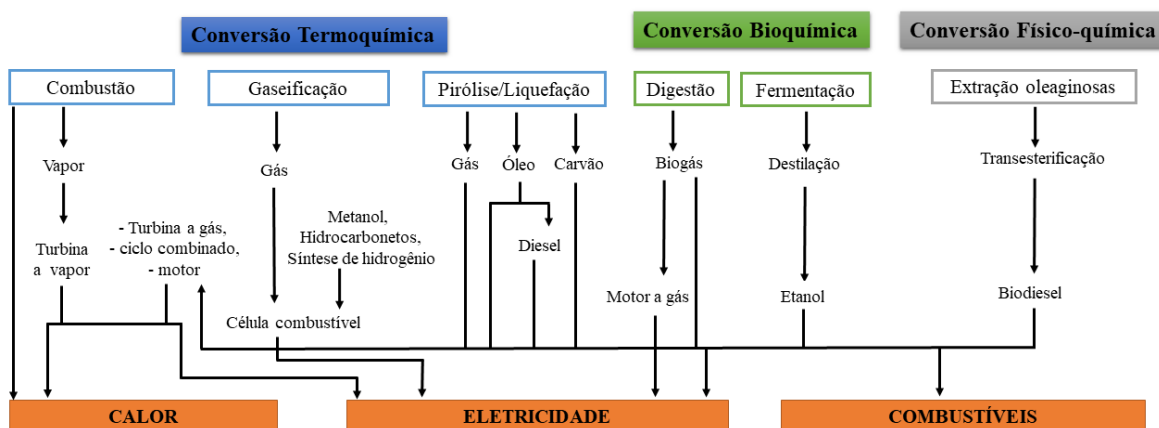
Nesse sentido, o objetivo deste estudo é explanar a tecnologia de produção de biogás para energia elétrica, abordando os panoramas mundiais e brasileiros para essa tecnologia e as perspectivas de uso para os próximos anos.

2 TECNOLOGIAS PARA CONVERSÃO DO BIOGÁS EM ENERGIA ELÉTRICA

Para que o biogás possa ser utilizado como combustível, é necessário identificar sua vazão, composição química e poder calorífico, parâmetros que determinam o real potencial de geração de energia elétrica, além de permitir dimensionar os processos de pré-tratamento do biogás, como a remoção de H₂S (ácido sulfídrico) e da umidade, com o propósito de evitar danos aos equipamentos da instalação e aumentar seu poder calorífico.

Dentre as tecnologias e processos existentes para produção de energia a partir de biomassa, segundo Turkenburg (2000) as mais conhecidas são classificadas em três grandes grupos: processos de conversão termoquímica, processos de conversão bioquímica e processos de conversão físico-químicos. A Figura 1, apresenta a rota dos processos para conversão de energia.

Figura 1 - Processos para conversão de biomassa em energia



Fonte: Adaptado de Turkenburg (2000) e Bocci et al., (2014)

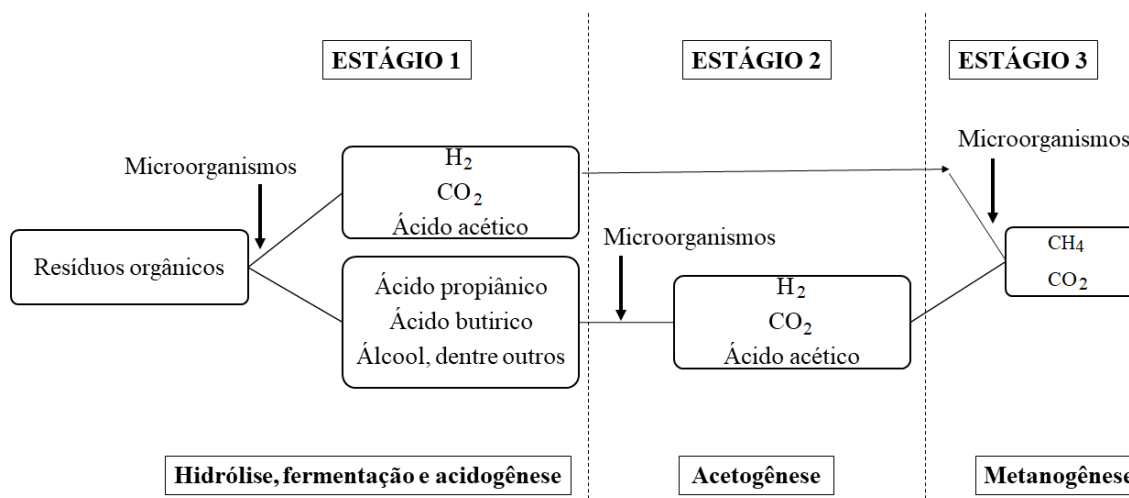
Como o foco deste estudo é a produção de biogás, será detalhado o processo de conversão bioquímico (digestão anaeróbia).

2.1 DIGESTÃO ANAERÓBIA

Segundo Mata-Alvarez et al., (2011 p.413), a digestão anaeróbia (AD) é um tratamento biológico anaeróbico no qual ocorre a estabilização da matéria orgânica com produção de biogás (essencialmente metano e dióxido de carbono) e de acordo com Tietz et al., (2013) a digestão é complexa e envolve um grande número de microorganismos. São os microorganismos o cerne dos digestores e a eficiência da AD depende, principalmente, do ativo da comunidade microbiana.

A produção de biogás na digestão anaeróbia se dá em três estágios: hidrólise, acetogênese e metanogênese, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Estágios de produção de biogás



Fonte: Adaptado de Galinkin et al., (2009) e Amarante (2010)

O processo de conversão biológica anaeróbia da fração orgânica dos resíduos ocorre, segundo Lastella et al., (2002), Tchobanoglous, Theisen e Vigil (1993, p. 679), Risberg et al., (2013) e Kwietniewska; Tys, (2014) em três etapas principais: hidrólise, acetogênese e metanogênese. Na hidrólise, carboidratos, proteínas e gorduras são convertidas a ácido acético, ácidos

graxos de cadeia longa e dióxido de carbono (LASTELLA et al., 2002). A etapa da hidrólise tem um papel fundamental na digestão anaeróbia, convertendo compostos complexos em mais simples, os quais são passíveis de degradação pelas bactérias presente na etapa de acidogênese (MATA-ALVAREZ et al., 2000; KARLSSON et al., 2014), configurando o estágio 1. Na etapa acetogênese, há a conversão dos produtos resultantes da hidrólise a ácidos (ácido acético) (TCHOBANOGLIOUS; THEISEN; VIGIL, 1993), o qual desempenha um papel essencial na digestão anaeróbia, por ser um precursor do metano (LASTELLA et al., 2002), configurando o estágio 2. Na última etapa, a metanogênese, estágio 3, ocorre a conversão de hidrogênio e o ácido acético em metano e dióxido de carbono mediada por bactérias metanogênicas (TCHOBANOGLIOUS; THEISEN; VIGIL, 1993). A energia livre liberada das reações é parcialmente utilizada para a síntese das populações de microrganismos anaeróbios e assim, uma grande parte do material orgânico digerido é convertido em biogás (KONDUSAMY e KALAMDHAD, 2014).

Na Tabela 1, observar-se as etapas do processo de digestão e os microorganismos envolvidos e os produtos formados.

Tabela 1 – Resumo das etapas da digestão anaeróbia

Etapa		Microorganismos	Produtos formados
	Hidrólise Estágio 1	hidrolítico-fermentivos	Monossacarídeos, aminoácidos e ácidos graxos
	Acidogênese Estágio 1	Acidogênicos	Ácidos voláteis, dióxido de carbono e hidrogênio
	Acetogênese Estágio 2	Acetogênicos	Ácido acético, dióxido de carbono, hidrogênio
	Metanogênese Estágio 3	Metanogênicos	Metano, dióxido de carbono e água

Fonte: Tchobanoglous; Theisen; Vigil, (1993); Mata-Alvarez et al., (2000); Lastella et al., (2002)

Os principais parâmetros que influenciam o processo de digestão anaeróbia são:

a. Temperatura

Temperatura é um dos principais parâmetros influenciadores na digestão anaeróbia (KARLSSON et al., 2014), pois influencia diretamente os consórcios microbiológicos (KHALID et al., 2011), em três gamas diferentes de temperatura psicrófila (<20°C), mesófila (20 – 45°C) e termófila (45 – 60°C) (FORSTER-CARNEIRO et al., 2013; ZIGANSHIN et al., 2013; KWIETNIEWSKA; TYS, 2014; ROSINSKA e KARWOWSKA, 2017).

Safley e Westerman (1992), temperaturas psicrófilas têm sido menos aplicadas do que as temperaturas mesófilas ou termófilas, isso por que temperaturas mais baixas levam a diminuição da atividade dos microorganismos, apresentando menor rendimento, portanto não são economicamente viáveis. Outro fator, segundo Siddique e Wahid (2018) é de que em temperatura mesófila, o CO₂ pode ser dissolvido rapidamente, produzindo ácido e este ao reagir com a água, acarreta em acidez do meio, prejudicando o crescimento de microorganismos e, portanto, a produção de biogás.

O processo em temperatura mesófila é mais estável quando comparado ao termófilo, devido a uma maior variedade de microorganismos que são favorecidos nas temperaturas mesófilas a temperaturas termófilas (YANG et al., 2018). Digestão anaeróbia em processo termófilo apresenta-se vantajosa em relação à mesófila (MAO et al., 2015); sendo que na primeira, a velocidade das taxas de reação e a capacidade de carga orgânica dos reatores são maiores, acarretando em uma maior produtividade na geração de biogás e na maior taxa de degradação da matéria orgânica e a maior produção de biogás, além de uma destruição eficiente dos agentes patogênicos no

digestato (TRZCINSKI, 2009; ZHU et al., 2009; VRIEZE et al., 2016). No entanto, apesar das vantagens, a digestão anaeróbia em faixa termofílica apresenta baixa estabilidade podendo ocorrer a acidificação do reator e, consequentemente, a inibição da produção de biogás (MAO et al., 2015). Ainda, comparando condições de temperatura, a termofílica aumenta a hidrólise de compostos orgânicos complexos, reduzindo formação de espuma no sistema (ZHANG et al., 2015).

b. Composição do substrato

A composição do substrato escolhido e as características físicas e químicas (teor de sólidos, umidade, nutrientes, tamanho de partícula, biodegradabilidade) estão relacionadas diretamente com o rendimento do biogás e a estabilidade do processo (CHO et al., 1995). Divya, Gopinath e Chirsty (2015) relatam que a escolha do substrato deve estar associada ao baixo custo de aquisição ou disponibilidade local.

No entanto, existem dificuldades que são consideradas críticas na escolha do substrato, e uma delas é a falta de conhecimento sobre a possível presença de compostos de caráter tóxico que podem inibir a atividade de microorganismos, com ênfase nos metanogênicos (WARTELL et al., 2012).

Alguns substratos ou resíduos, como resíduo sólido urbano e dejetos animais são facilmente biodegradáveis, enquanto outros como resíduos de culturas agrícolas têm uma cinética de degradação mais lenta (XIE et al., 2011). Desta forma, a co-digestão pode resultar em uma maior produção de biogás quando comparado a digestão anaeróbia (mono-digestão), devido ao efeito de sinergia dos resíduos utilizados (MATA-ALVAREZ et al., 2011). O efeito de sinergia é classificado como um aumento específico na produção de metano ou um aumento na cinética de produção de biogás (XIE et al., 2016).

c. Teor de sólidos

A concentração de sólidos totais (ST) é um parâmetro importante para escolha do substrato e a quantidade de biogás produzida pode variar em função da quantidade desse parâmetro e representa a matéria seca (excluindo a umidade) (JUGAL SUKRESH; VENKATESWARA RAO, 2018). Deng et al., (2014) reportaram que concentração de ST inferior a 10% apresenta-se em processo de digestão molhada; concentração entre 10% e 20% é denominada de digestão semi-seca (DONG, ZHENHONG E YONGMING 2010) e acima de 20% de (ABOUELENIEN, NAKASHIMADA e NISHIO 2009) é a digestão a seco. A digestão seca tem sido muito pesquisada para a produção de biogás, devido as seguintes vantagens: economia de água, operação conveniente, altos rendimentos e melhor recuperação de energia (FDÉZ.-GÜELFO et al., 2010; YABU et al., 2011; KAFLE; KIM, 2013).

Importante ressaltar que concentrações de ST muito alta inibe a atividade metanogênica devido à presença de amônia, portanto Chen et al., (2015) indicam que o processo molhado é o foco das pesquisas. Abbassi-Guendouz et al., (2012) reportam que concentrações de ST se forem aumentadas de 10% para 25%, a produção de biogás diminuiu ligeiramente e se a concentração for elevada (exemplo 35% ST) a atividade metanogênica é fortemente inibida. Jugal Sukhesh; Venkateswara Rao, (2018) reportam que o gás H₂S resultam de processos com baixa produção de metano.

d. Teor de umidade

A degradação de um resíduo orgânico depende do teor de umidade, o qual exerce influência direta na produção de biogás (VAN ELK, 2007 p. 29). Segundo Tchobanoglous; Theisen; Vigil, (1993, p. 386; 393), a adição de água no reator é necessária para favorecer a bioconversão das moléculas. Para

Andreoli et al., (2003 p.125); Silva et al., (2016) e USEPA (1991 p.3,17), o teor de umidade deve estar compreendido na faixa de 60 a 90%.

Entretanto, dependendo da característica dos resíduos presentes no processo de co-digestão, não há necessidade de adição de água. Yao et al. relataram que os benefícios da codigestão sem água de resíduos vegetais com dejetos bovinos foram satisfatórios, com rendimento de produção de metano de 42.9%, mostrando que o processo apresentou um benefício econômico significativo, com a não adição de água (YAO et al., 2014).

d. Potencial hidrogeniônico (pH)

Os valores de pH do substrato em digestão podem afetar o metabolismo dos microrganismos alterando o equilíbrio químico das reações enzimáticas (NESHAT et al., 2017). O parâmetro possui forte influência na solubilização da matéria orgânica (FENG et al., 2015), indicando assim, um meio favorável para a ação dos microrganismos (DAI et al., 2015).

O pH é um dos parâmetros que mais influenciam a eficiência da produção de biogás (SCHIEVANO et al., 2012) e se o pH estiver fora do intervalo ótimo, ocorre a inibição do processo devido a capacidade tampão ser insuficiente. Denomina-se capacidade tampão, a capacidade de neutralização dos ácidos que proporcionam mudanças bruscas e significativas de pH (JIANG et al., 2013).

pH entre 5.0 e 6.0 é considerado baixo para o processo de digestão anaeróbia, inibindo a produção da atividade metanogênica devido a acumulação de ácidos graxos voláteis (AGV) (MOHD YASIN et al., 2011; CAZIER et al., 2015), e para que a produção não seja inibida o pH adequado é entre 6.5 e 7.0 (WANG et al., 2014).

e. Relação Carbono/Nitrogênio (C/N)

Jugal Sukhesh; Venkateswara Rao, (2018) citam que o balanço nutricional em um processo de digestão e co-digestão anaeróbia é representada pelo carbono e nitrogênio (relação C / N), embora outros fatores, como fósforo e outros oligoelementos, influenciem a produção de metano no processo.

Bidone e Povinelli (1999) reportam que o carbono e nitrogênio (devido às suas características de toxicidades ou antagonismo) como sendo os principais nutrientes relacionados à atividade microbiana.

Wang et al., (2012) relataram que a otimização da relação C/N possibilita no processo de digestão anaeróbia que a inibição por amônia seja evitada, sendo que quando C/N é elevada, a degradação biológica é significativamente rápida, devido ao nitrogênio ser insuficiente para manter a biomassa estável. Quando C/N é baixa, aumenta-se o risco de inibição do processo por amônia, resultando em morte dos microorganismos metanogênicos devido as fontes de carbono serem em quantidades insuficientes.

f. Tamanho da partícula

Partículas com tamanhos maiores podem acarretar em entupimento do sistema e tornar o processo de digestão mais difícil; já partículas menores aumenta a área de superfície (contato) e auxilia o microorganismo a digerir o resíduo mais rapidamente, principalmente na etapa da hidrólise (VIGUERAS-CARMONA et al., 2016).

g. Tempo de retenção hidráulica (TRH)

O tempo de retenção hidráulica afeta significativamente o consórcio de microorganismos e por consequência, a produção de biogás. O TRH considerado ótimo depende de vários fatores, incluindo propriedades e composição dos resíduos, condições de operação e configurações do reator a

ser utilizado para a digestão ou co-digestão anaeróbia. Em geral, o TRH precisa ser longo o suficiente (normalmente mais de 20 dias) para evitar alguma instabilidade do processo como acumulação de ácidos graxos voláteis, por exemplo (XIE et al., 2016).

3 COMPOSIÇÃO DO BIOGÁS

O biogás, na forma bruta, consiste de 45 a 60% de metano (CH_4), 35 a 50% de dióxido de carbono (CO_2), concentrações residuais ($<1,0\%$) de hidrocarbonetos aromáticos, compostos clorados, compostos de enxofre e fluorados e outros compostos, alguns dos quais odoríferos (SCHEUTZ et al., 2008; DUCOM et al., 2009).

Dentre os compostos odoríferos, destacam-se o sulfeto de hidrogênio, limoneno, cimeno, benzenos alquilados, acetona, etanol, acetato de etila, ácido acético, butanona e metilmercaptana (ROMAIN et al., 2008). O composto sulfeto de hidrogênio tem o cheiro característico de “ovo podre” e é um dos principais compostos odoríferos no biogás (DUCOM et al., 2009).

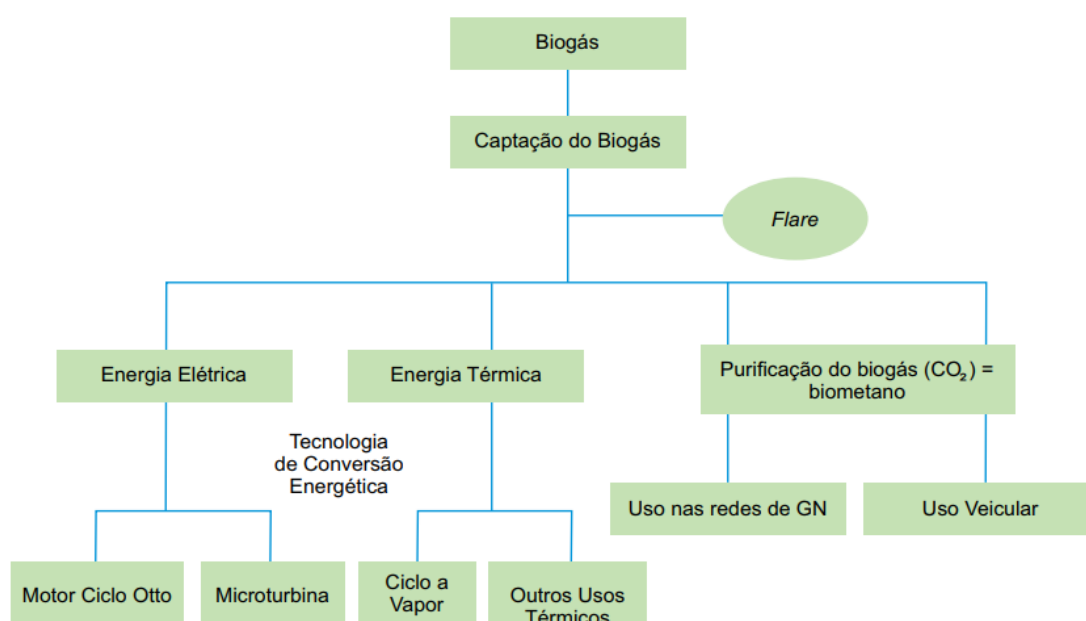
4 USOS E FORMAS DE PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS

O biogás pode ser utilizado para diferentes fins energéticos: produção de eletricidade, fins térmicos, substituição de combustíveis fósseis convencionais em veículos e injeção em redes de distribuição de gás natural. Entretanto, para seus diversos usos finais é necessário que o biogás seja purificado. O tipo de tratamento do biogás depende das suas características e das exigências tecnológicas de aproveitamento energético (PROBIOGÁS, 2015).

O biometano (biogás purificado) pode ser usado como substituto ao diesel em equipamentos agrícolas (tratores, caminhões, etc.), substituto ao gás natural em veículos ou para ser injetado na rede de gás natural.

A Figura 3 ilustra as possíveis utilizações já comercializadas do biogás e do biometano.

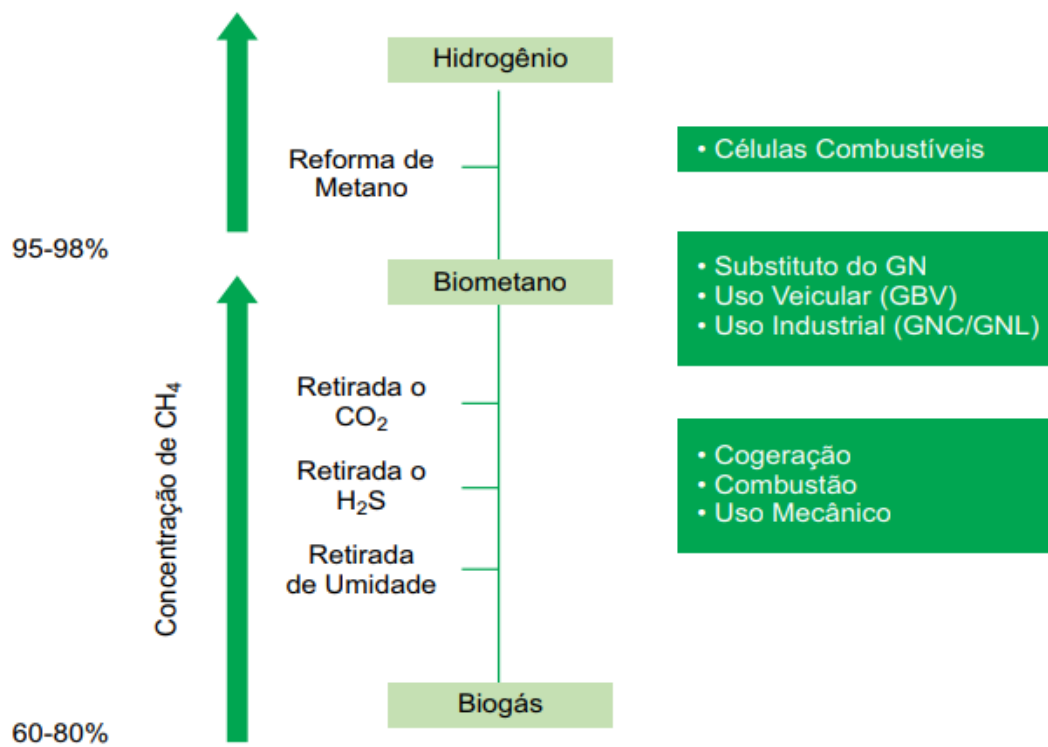
Figura 3 – Possíveis utilizações já comercializadas do biogás/biometano.



Fonte: Adaptado de ICLEI, 2009

Como o biogás é um produto considerado bruto, o mesmo deve passar por uma purificação, visto que, muitas dessas substâncias são consideradas impurezas e precisam ser removidas antes da utilização final (RYCKEBOSCH et al., 2011), denominado de biometano. A Resolução Normativa nº. 8, de 2015 da ANP define biometano como: “biocombustível gasoso constituído essencialmente de metano, derivado da purificação do Biogás”. Dependendo do uso que será dado ao biogás, é necessário tratamentos para adequá-lo ao seu uso final (Figura 4).

Figura 4 – Necessidade de tratamento do biogás de acordo com o uso



Fonte: Aneel (2015)

Um dos componentes que deve ser removido do biogás é o gás sulfídrico (H_2S), por ser altamente corrosivo para a maioria dos equipamentos utilizados nos processos de conversão energética.

Outro constituinte do biogás a ser removido é a umidade, que tem influência direta no poder calorífico, afetando o processo de queima, temperatura da chama e os limites de inflamabilidade. As regulamentações que especificam a qualidade do biometano para a injeção em redes de distribuição de gás natural e uso em veículos estabelecem que o ponto de orvalho seja, no mínimo, -39°C para biometano produzido nas regiões norte e nordeste e -45°C para as regiões centro-oeste, sudeste e sul (ANP, 2015, 2017). Nesse sentido, para remover a água do biogás, podem ser aplicados quatro métodos: resfriamento, compressão, absorção e adsorção.

Para uso veicular ou injeção nas redes de distribuição de gás natural é necessário que seja também removido do biogás o CO₂ presente. Após a remoção destes constituintes, e outras impurezas, o biogás apresenta uma fração elevada de metano (> 95%) e passa a ser denominado biometano, que pode ser utilizado como substituto ao gás natural.

5 BALANÇO EM UM REATOR ANAERÓBIO DO TIPO BATELADA

5.1 BALANÇO DE MASSA EM REATOR BATELADA

A equação fundamental do balanço de massa considera um sistema com entradas e saídas de componentes. Pelo princípio da conservação de massa, a quantidade de matéria que entra no sistema é igual à quantidade que sai. Parece muito simples, mas pode se tornar mais complicado à medida que os sistemas analisados fogem desta condição “ideal” e simplificada.

O acúmulo de massa no sistema em função do tempo é dado pela diferença do fluxo de massa que entra e do fluxo de massa que sai (diretamente ou perdido). Em forma de Equação, temos:

$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_E - \dot{m}_S + \dot{m}_R$$

Em que \dot{m}_E : massa de entrada; \dot{m}_S : massa da saída e \dot{m}_R : massa que reage no interior do volume de controle. A reação pode ser positiva ou negativa, dependendo do fenômeno que ocorrer dentro do volume de controle.

O fluxo de massa dentro de uma unidade infinitesimal (dV) do volume de controle (V) é reportado através da:

$$\dot{m}_R = \int_{\Delta V} r dV \quad (2)$$

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Em que r : define uma reação, que pode ser de ordem zero, de primeira ordem ou de segunda ordem, a depender da influência da concentração e da constante de decaimento k .

$r = \pm k$ (ordem zero)

$r = \pm kC$ (primeira ordem)

$r = \pm kC^2$ (segunda ordem)

Pode-se assumir que durante a operação do reator, a vazão de entrada e de saída são nulas, pois não existe um aporte contínuo de massa. Logo, \dot{m}_E e $\dot{m}_S = 0$.

$$\frac{dm}{dt} = \cancel{\dot{m}_E} - \cancel{\dot{m}_S} + \dot{m}_R$$
$$\frac{dm}{dt} = \dot{m}_R = \int_{\Delta V} r dV$$

Considerando o volume constante no interior do reator e que este opera cheio com o volume V (logo $\Delta V = V - 0$), a equação pode ser reescrita como:

$$1) \quad \frac{dm}{dt} = \frac{d(C.V)}{dt} = V \frac{dC}{dt}$$
$$2) \quad \dot{m}_R = \int_0^V r dV = r V$$

$$1 = 2; \cancel{V} \frac{dC}{dt} = r \cancel{V}$$

$$dC = r dt$$

Para r de primeira ordem ($r = \pm kC$)

$$dC = -kC dt$$

$$\frac{dC}{C} = -k dt$$

O sinal negativo, está assumindo uma perda/decomposição no reator. Quanto $t = 0$ a concentração é C_0 e quando $t = t$ a concentração é $C(t)$. Portanto,

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = \int_0^t -k dt$$

$$\ln C - \ln C_0 = -kt$$

$$\ln \left(\frac{C}{C_0} \right) = -kt$$

$$\frac{C}{C_0} = e^{-kt}$$

$$C = C_0 e^{-kt}$$

5.2 BALANÇO DE MASSA EM FUNÇÃO DA DQO

Cálculos de balanço de massa em reator anaeróbio devem ser efetuados quanto à DQO e não à DBO₅. O balanço de massa da matéria orgânica quando feito a partir da medida em DBO apresenta interferências: medida de DBO tem um erro analítico bem maior na sua determinação do que a DQO e o cálculo do balanço de massa pela DBO não leva em consideração a formação de resíduo endógeno (material orgânico não biodegradável), vindo da biodegradação celular das bactérias do lodo ativo (VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994).

O balanço de massa pode ser realizado a partir de uma adaptação de Von Sperling (2006) (Equação 1). Ressalta-se que a Equação (1) é para reator batelada, isto é, carregamos o reator e a partir de dado instante a reação tem início, fazendo um balanço de massa para A no reator.

$$\text{TAXA DE ACÚMULO DE A} = \left[\text{TAXA DE ENTRADA DE A} + \text{TAXA DE FORMAÇÃO DE A} \right] - \left[\text{TAXA DE SAÍDA DE A} + \text{TAXA DE CONSUMO DE A DEVIDO À REAÇÃO} \right]$$

(1)

Sendo N_A o número de mols de A, V o volume útil do reator, e t o tempo:

$$\frac{dN_A}{dt} = 0 + 0 - 0 - k \cdot C_A^n \cdot V \quad \text{ou ainda} \quad k \cdot C_A^n = -\frac{1}{V} \cdot \frac{dN_A}{dt}$$

Como estamos considerando um volume constante, tem-se a Equação (2):

$$k \cdot C_A^n = -\frac{dC_A}{dt} \quad (2)$$

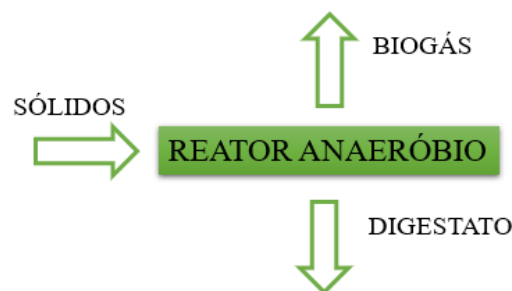
Para a velocidade de reação (Equação 3), precisa-se estabelecer uma relação entre as equações (1) e (2):

$$-r_A = k \cdot C_A^n = -\frac{dC_A}{dt} \quad (3)$$

Ressalta-se que a Equação (3) é válida apenas quando o processo está ocorrendo em um reator batelada.

A Figura 5 esquematiza o balanço de massa, mostrando o que entra (sólidos), o que sai (digestato) e o que é transformado (biogás).

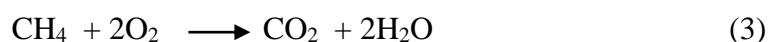
Figura 5 -Balanço de massa do reator anaeróbico



Fonte: Autora (2019)

Ressalta-se que como o biogás produzido é considerado bruto, o produto final do balanço possuiu diferentes compostos que são considerados impurezas; por isso é necessário que se realize a purificação do biogás para a destinação em veículos ou inserção de energia na rede distribuidora.

Prosseguindo-se com o balanço de massa, agora com base em Aquino et al., (2007), a taxa de conversão da concentração de DQO em metano pode, teoricamente, ser mensurada pela oxidação do gás metano, representada pela Equação 3.



Na Equação (3), tem-se que 1 mol de metano converter-se-á em 2 mols de O₂ ou 64 g de DQO. Nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), 1 mol de qualquer gás ocupará um volume de 22,7 L, ou seja, 1 g de DQO destruído equivalerá a 0,354 L de metano formado. Sendo essas as condições aplicáveis a todos os gases, utilizou-se a equação dos gases ideais (Equação 4) para encontrar o volume real do gás metano para as condições do biorreator monitorado:

$$\left(\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} \right)_{\text{CNTP}} = \left(\frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} \right)_{\text{LAB}} \quad (4)$$

Assim, com o volume 2 obtido pela Equação 4, obteve-se o volume real que 1 mol de metano ocupa neste sistema, ou seja, 0,388 L, que multiplicado por cada grama de DQO destruído, determina o volume total teórico de metano gerado no sistema.

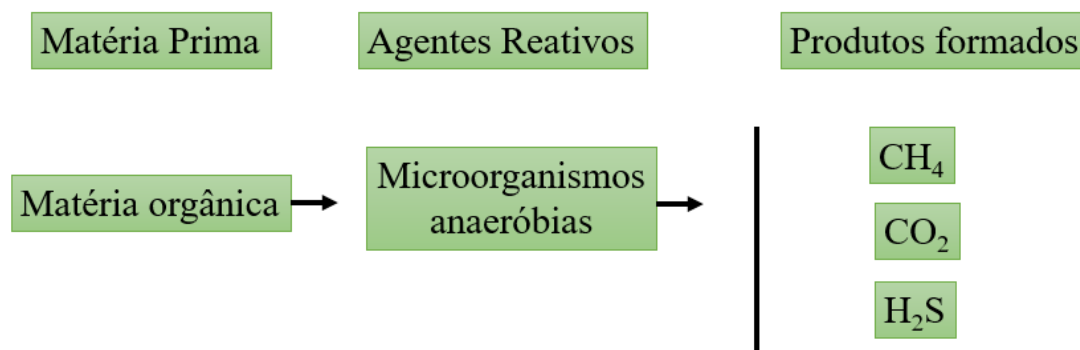
A taxa de reação de produção de novas *archaeas* metanogênicas foi obtida do produto entre a taxa de crescimento específico celular (μ), na faixa de 2 a 4 dias (AQUINO e CHERNICHARO, 2005; KOTHARI et al., 2014), e a

constante de saturação (k_s), na faixa de 10 a 50 mg.L⁻¹ (CHO et al., 2013) (Equação 5).

$$r_p = \mu \cdot k_s \quad (5)$$

Ainda, em processo anaeróbico, devido ao envolvimento de um conjunto de diferentes grupos de microorganismos na ausência de oxigênio, ocorre a degradação de material orgânico (entrada no sistema) desde os mais complexos para os mais simples; produzindo as saídas de gás metano e carbônico, dentre outros, através de microorganismos produtores de gases (reações). Nesse sentido, pode-se representar o balanço desse sistema como o apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Esquema básico de balanço em processo anaeróbico



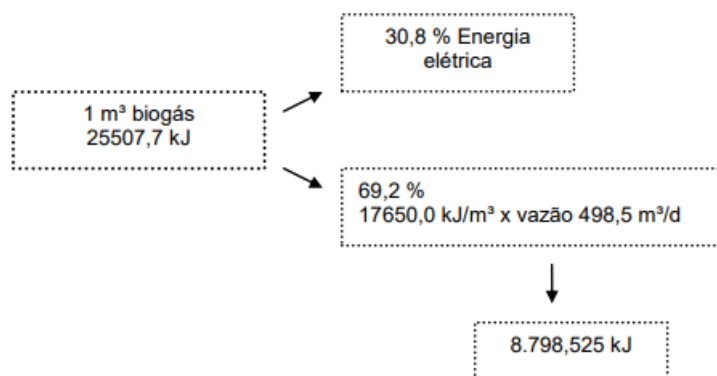
Fonte: Autora (2019)

Juntamente aos agentes reativos, são realizadas as etapas de digestão no sistema anaeróbico, sendo já reportadas no item 2.1. Podemos destacar aqui, alguns dos agentes reativos mais comumente encontrados: *Clostridium*, *Bacteroides*, *Ruminococcus*, *Butyribacterium*, *Propionibacterium*, *Eubacterium*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pseudomonas*, *Desulfobacter*, *Micrococcus*, *Bacillus* e *Escherichia*.

5.3 BALANÇO ENERGÉTICO DO BIOGÁS

A queima do biogás possibilitaria a geração de energia elétrica, com um rendimento calculado em 30,8 %, ou seja, 25507,7 kJ, sendo que os restantes 69,2 % seriam energia dissipada, principalmente sob forma de calor. Esse montante não aproveitado corresponde a 17650,0 kJ/m³. Uma representação esquemática do balanço energético está apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Balanço energético para o sistema de biodigestão



Fonte: Motta (2012)

6 PANORAMA MUNDIAL DO USO DE BIOGÁS

6.1 LEGISLAÇÕES E POLÍTICAS NA EUROPA

Segundo o Enea (2016), desde o ano 2000, um total estimado de 420 bilhões de toneladas de CO₂ foi cumulativamente emitido devido a atividades (incluindo o desmatamento). Entre 2009 e 2015, o número de usinas de biogás na Europa aumentou significativamente de 6.000 a quase 17.000 unidades.

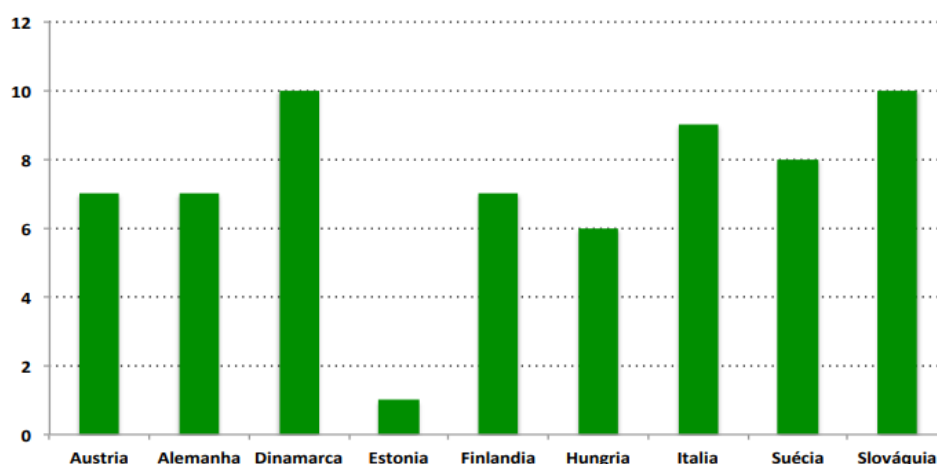
As políticas de incentivo ao biogás na Europa estão difundidas em diferentes países através de distintas legislações:

- Diretiva Europeia 1999/31/CE atribuiu aos Estados Membros a necessidade de reduzir a quantidade de resíduos biodegradáveis destinados a aterros sanitários;

- Diretiva 2006/12/CE orienta os estados membros a implantarem medidas ao uso de resíduos como fonte de energia;
- Diretiva 2009/28/CE estabelece meta obrigatória de 20% das fontes de energia renovável no mix energético final da União Europeia até o ano de 2020;
- Diretiva 2009/73/CE estabeleceu regras comuns para o mercado interno de gás natural, incluindo o gás natural liquefeito, regras também aplicáveis aos gases provenientes de biomassa. Foi essa diretiva que impulsionou a produção de biometano na Europa;
- Diretiva 2014/94/UE é referente à criação de uma infraestrutura para combustíveis alternativos;
- Programa de Energia Integrada e do Clima (IEKP) na Alemanha, refere-se a linha condutora para atingir a meta de reduzir as emissões de gases de estufa em 40% até o ano de 2020 em comparação ao ano 1990;
- Climate Investment Program Klimp, na Suécia, destina para cada unidade de biogás uma bolsa de até 30% do valor investido no total.

Na Europa, o número de regulamentos para a produção de biogás está em grande crescimento. A Figura 8, mostra o número de mecanismos legais em alguns países europeus.

Figura 8 – Número de mecanismos regulatórios para o setor de biogás



Fonte: AEBiom (2012)

6.2 PERSPECTIVAS NA EUROPA

Na Europa, a Alemanha é o país que experimentou o maior desenvolvimento da digestão anaeróbica em plantas nos últimos dez anos, particularmente no campo da pecuária. O biogás, no país, é convertido em eletricidade diretamente no local de origem. Este tipo de uso foi decisivamente promovido pela Lei de Fontes Renováveis de Energia. Desde a entrada em vigor da Lei em 2000, a quantidade de eletricidade do biogás aumentou em mais de setenta vezes, de 445 GWh para cerca de 32.400 GWh. Além da geração de eletricidade no local a partir de biogás bruto, o biometano também é usado em usinas de cogeração para geração acoplada de eletricidade e calor (ENEA, 2016).

7 PANORAMA BRASILEIRO DO USO DE BIOGÁS

7.1 LEGISLAÇÕES E POLÍTICAS NO BRASIL

No Brasil, o mecanismo legal que impulsiona ao aproveitamento energético de resíduos provenientes da pecuária e agricultura é a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, Lei nº. 12.187 de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009). Nesse sentido, no artigo 12, para que os objetivos da PNMC sejam alcançados, o Brasil deverá adotar ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas em reduzir entre 36.1 % e 38.9 % suas emissões projetadas até 2020.

Verifica-se, ainda, em nível federal, a Resolução ANEEL nº. 482/2012 (ANEEL, 2012) complementada pela Resolução ANEEL nº 687/2015 (ANEEL, 2015), que impulsionam a produção de biogás e seu uso final para geração de energia elétrica, principalmente para pequenos produtores rurais.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

A Lei nº 13.576 de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), instituiu a Política Nacional de Biocombustíveis (Renovabio), que foi regulamentada pelo Decreto Federal nº 9.308 de 15 de março de 2018 (BRASIL, 2018). O Renovabio define estratégia para o aumento da produção de biocombustíveis e o aumento da sua participação na matriz energética do Brasil. Sendo assim, espera-se a descarbonização da matriz energética, para que se possa atender aos compromissos que foram assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris. O decreto que regulamentou a política, estabeleceu quem define as metas anuais de redução de emissões GEEs para o setor de biocombustíveis, as quais deverão ser comprovadas por meio dos Créditos de Descarbonização (CBios). Ressalta-se que CBios são gerados a partir da consideração da produção, importação e a comercialização do biocombustível.

Em nível estadual, verifica-se alguns Estados que possuem políticas de mudanças climáticas que indiretamente estimulam a produção e uso de biogás e biometano, como: São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Minas Gerais, Santa Catarina.

Em suma, no Estado de São Paulo, o Decreto nº 58.659 de 4 de dezembro de 2012 (SÃO PAULO, 2012), que está sendo regulamentado em 2018 para que possa ser implementado em sua plenitude que instituiu o Programa Paulista de Biogás e Biometano, visa uma porcentagem compulsória de volume de biometano que deve ser distribuído junto com o gás natural não renovável.

No estado do Rio de Janeiro a Lei nº 6.361, de 18 de dezembro de 2012 (RIO DE JANEIRO, 2012) e regulamentada pelo Decreto 44.855/14 de 26 de junho de 2014 (RIO DE JANEIRO, 2014), dispõe sobre a política do gás natural renovável e impõe às concessionárias de distribuição de gás canalizado do estado do Rio de Janeiro adquirir, de forma compulsória, todo o GNR produzido no Estado até o limite de 10% (dez por cento) do volume de gás natural convencional distribuído por cada uma delas.

No Paraná, a Lei nº 19.500 de 21 de maio de 2018 (PARANÁ, 2018) instituiu a política estadual de biogás e biometano; que tem como objetivo fomentar a produção e consumo de biogás e biometano no estado, que se dará por meio de programas e regulamento específicos. A Lei coloca a obrigatoriedade da injeção de um percentual mínimo de biometano ao gás natural distribuído, com o estabelecimento de tarifas e preços mínimos a serem seguidos.

Em Minas Gerais está em tramitação o Projeto de Lei nº 5.240/2018 (MINAS GERAIS, 2018) que dispõe sobre a Política Estadual de Biogás e Biometano e em Santa Catarina Santa Catarina, em junho de 2018, aprovou o Projeto de Lei nº 26/2018 que institui a Política Estadual do Biogás e estabelece outras providências. Esta política cria incentivo para transformar resíduos orgânicos da produção animal em energia.

No Brasil há incentivos financeiros que auxiliam o desenvolvimento do mercado de energia renovável. O Plano Nacional de Agroenergia, Programa de Agricultura de Baixo Carbono, o Programa Nacional para a Agricultura Familiar (PRONAF), Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), são exemplos de programas que podem ser utilizados para obtenção de recursos financeiros diferenciados para produção de biogás e posterior produção de energia elétrica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O biogás, vem ganhando relevância frente a busca por fontes renováveis que sejam atrativas do ponto de vista econômico e ambiental, e mesmo diante da possibilidade de trazer ganhos em sustentabilidade para as áreas rurais, os empreendimentos de produção de biogás no Brasil ainda são incipientes e regionalmente.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

As políticas nacionais que incentivam o uso de fontes renováveis para produção de energia são bastante recentes, principalmente com a criação do PROINFA, no ano de 2004. No que tange o uso energético do biogás e do biometano, as políticas são ainda mais recentes; demonstrando a tendência do crescimento desta tecnologia no setor energético.

Nesse sentido, a inserção da tecnologia do biogás e biometano no setor energético brasileiro é bem promissora, visto que as políticas de incentivo são recentes e objetivam a regulação para as aplicações de biocombustíveis no mercado.

A produção do biogás e biometano favorece o setor energético, além de reduzir alguns problemas ambientais, visto que o processo de conversão oxida os gases (biogás) à dióxido de carbono, além de reduzir a carga poluidora dos resíduos.

Políticas para produção de biogás devem promover uma maior interação entre os governos federal e estaduais, para que atuem de forma complementar. Nesse sentido, alguns estados vêm criando regulamentações para o uso como combustível, porém dependem de regulamentações federais, como, da ANP. Portanto, para garantir a efetividade da produção de biogás é necessário que as ações dos governantes sejam entrelaçadas para as iniciativas relacionadas ao biogás.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

REFERÊNCIAS

AEBiom. **European Biomass Association**. 2012. Disponível em: <http://www.aebiom.org/>. Acesso em: 10 outubro 2018.

ANP – **Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e B combustível**. Resolução nº 8 30 de janeiro de 2015. Brasil, 2015. Disponível em: www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280722 Acesso em: maio de 2018.

BOCCI E., DI CARLO A., MCPHAIL S.J., GALLUCCI K., FOSCOLO P.U., MONETI M., VILLARINI M., CARLINI M. (2014). “**Biomass to fuel cells state of the art: A review of the most innovative technology solutions**”, Int. Journal of Hydrogen Energy, vol. 39.

ENEA – **Energy Technology Network. The new fuel chain: from renewables to fuel cells**. 2016. Disponível em: <http://www.enea.it/en/publications/volume-pdf/thenewfuelchain>. Acesso em: 01 outubro 2018.

EUROPEAN UNION (EU). DirecHve 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the PromoHon of the Use of Energy from Renewable Sources and Amending and Subsequently Repealing DirecHves 2001/77/EC and 2003/30/EC (Text with EEA relevance).

ICLEI – Brasil. **Governos Locais pela Sustentabilidade. Manual para aproveitamento do biogás: volume I, Aterros Sanitários**. ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, Secretariado para América Latina e Caribe, Escritório de projetos no Brasil. São Paulo, 2009.

MOTTA, K.U. **AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO DE BIOGÁS DE UM BIODIGESTOR DE DEJETOS BOVINOS E SUÍNOS**, Dissertação (Mestrado Profissional em Meio Ambiente Urbano e Industrial), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

PROBIOGÁS. **Tecnologias de Digestão Anaeróbia com Relevância para o Brasil** – Substratos, Digestores e Uso de Biogás / Probiogás; organizadores, Ministério das Cidades, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (GIZ); autores, Bruno Silveira ... [et al.]. Coletânea de publicação do Probiogás – Sério Desenvolvimento do Mercado de Biogás. 1ª Edição. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2015.

TURKENBURG, W.C. (coord.). **Renewable energy Technologies**. In: World Energy Assessment of the United Nations, UNDP, New York, 2000.

VAN HAANDEL, A. C.; LETTINGA, G. **Tratamento Anaeróbio de Esgotos** – Um Manual para Regiões de Clima Quente. Campina Grande: Epgraf, 1994. 240 p.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TEORES DE POTÁSSIO NO PERFIL DO SOLO E NA CULTURA DA SOJA

Eliza Gralak
Greice Redivo
João Paulo Niemes
Rúbia Luisa Holtman

RESUMO: O Brasil tornou-se o maior produtor de soja do mundo na safra 2020/2021, mesmo possuindo altas exigências de potássio e possuindo alta absorção do íon K^+ , a cultura vem se destacando pela alta produtividade em alguns genótipos. Com isso o trabalho teve por objetivo principal avaliar teores de potássio K^+ , desde a quantidade disponível no solo até a exportação no grão. A cultivar definida Zeus BRASMAX, conforme o produtor semeou na lavoura situada no município de Cândói - PR. O desenvolvimento do estudo foi dividido em duas partes, realizando 2 coletas de solos, uma no início e uma no final do ciclo, ao longo do perfil do solo de 00-100 cm, estratificando em 9 partes e a coleta de plantas equivalente a 1 m^2 , ou seja, 18 plantas, durante 4 coletas realizadas ao longo do ciclo da cultura. Na segunda etapa, as análises de solos e foliares no laboratório em Guarapuava - PR, as plantas coletadas foram pesadas em sua massa verde total, e depois estratificadas para a secagem em folha, pecíolo, haste e vagens, descartando as raízes. Conseguimos pré estimar a produtividade em R5. Com os valores dos teores obtidos nas análises, concluímos que a soja estudada possui uma absorção maior desse íon, gerando uma escassez visual durante o ciclo e colocando em questionamento o padrão das análises e adubação utilizado como referência.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Foliar. Análise de Solo. *Glycine max*.

ABSTRACT: Brazil has become the largest producer of soybeans in the world in the 2020/2021 crop year, even with high potassium requirements and high absorption of K^+ ion, the crop has stood out for high productivity in some genotypes. Thus, the main objective of this work was to evaluate K^+ potassium contents, from the amount available in the soil to exportation in the grain. The cultivar defined was Zeus BRASMAX, as sown by the producer in the plantation located in the municipality of Cândói - PR. The development of the study was divided into two parts, performing 2 soil collections, one at the beginning and one at the end of the cycle, along the soil profile from 00-100 cm, stratifying into 9 parts and the collection of plants equivalent to 1 m^2 , or 18 plants, during 4 collections performed throughout the crop cycle. In the second step, soil and leaf analysis in the laboratory in Guarapuava - PR, the collected plants were weighed in their total green mass, and then stratified for drying into leaf, petiole, stem and pods, discarding the roots. we were able to pre estimate the productivity in R5. With the values of the contents obtained in the analyses, we concluded that the soybean studied has a greater absorption of this ion, generating a visual shortage during the cycle and calling into question the standard analysis and fertilization used as a reference.

KEYWORDS: Leaf Analysis. Soil Analysis. *Glycine max*.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), leguminosa cultivada pela primeira vez no Brasil comercialmente por volta da década de 60. A Embrapa cita que a soja primeiramente colocada com o objetivo de uma sucessão do trigo, para o

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

plantio no verão, entretanto na mesma época houve um aumento da suinocultura e da avicultura no Brasil, surgindo uma demanda interna do farelo.

De acordo com o USDA (2021), a produção de soja no mundo na safra 2020/2021 foi de 362.947 milhões de toneladas e a área plantada em hectares no mundo foi de 127.842 milhões. Entretanto o território brasileiro, alcançando o primeiro lugar no ranking de produtividade, obtendo o valor de 3.517 kg/ha, um total de 38.502 milhões de hectares plantados, e a produção em 37,3% de toda a produção mundial, se tornando o maior produtor mundial do grão da safra. O estado do Paraná na mesma safra, através de dados da CONAB (2021), obteve um número de produtividade na média do território brasileiro, chegando a quase 20 milhões de toneladas de grãos.

O consumo está em vários setores da indústria no mundo, desde o consumo humano como óleo, temperos, massas, molhos, bebidas com cerca de 18% do total produzido, o consumo animal está vinculado ao farelo de soja e está relacionada a quase cerca de 80% da soja produzida, o restante está a outros itens diversos para produção (CONAB, 2020).

De acordo com Malavolta et al. (1997), as exigências de macronutrientes e micronutrientes na cultura da soja na década de 90 na sua grande maioria eram dados inferiores aos atuais, com dados de potássio (K) em 34 kg a cada 5,6 toneladas de matéria seca e os grãos a 43 kg a cada 2,4 toneladas.

A importância da amostragem do solo, deve ser a etapa mais cuidadosa da análise de solo, para se obter um resultado eficiente. Apesar de toda a tecnologia nos laboratórios, esta não o considera a correção de possíveis erros de coletas do campo. Levando em consideração fatores como linhas e entrelinhas da cultura antecessora e se caso plantado da cultura atual, com precipitações de chuvas altas, aplicação de calcários e adubos recentes, entre outros fatores (PAULETTI & MOTTA, 2019).

Conforme Luz et al. (2002), para a compreensão e avaliação das análises de solo, necessita de informações básicas sobre a fertilidade e composição do

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

mesmo, isto é, cerca de 50% do solo é constituído por espaços porosos como água e ar, a outra metade do solo é subdividida em materiais sólidos como a matéria orgânica cerca de 5% e os minerais com o restante deste volume. Esses 50% constituinte de materiais sólidos, possui a capacidade de interagir com o meio, a planta e outros fatores, pois possuem capacidade de trocar cargas positivas e negativas, gerando ou não a disponibilidade dos minerais para as plantas.

A absorção de nutrientes no sistema solo-planta é aberto e considerando que as condições de volatilização, lixiviação e erosão são constantes, o sistema tem como principal fator a perda de nutrientes do solo com a busca de nutrientes pela planta, a retirada pelos grãos e outros fatores citados anteriormente (MALAVOLTA et al., 1997).

O potássio, por sua vez, está na segunda posição como o macronutriente mais concentrado em porcentagem na matéria seca muito exigido e considerado como essencial para as plantas, chegando a 1%, ficando atrás somente do nitrogênio (N) com 1,5%. A função bioquímica do potássio está ligada diretamente como cofator de mais de 40 enzimas, envolvidas na respiração e fotossíntese, atua como principal cátion no turgor das células, e na eletroneutralidade auxiliando na manutenção celular (TAIZ & ZEIGER et al., 2017).

Ainda sobre o nitrogênio, o autor Taiz & Zeiger et al. (2017), traz esse elemento presente no grupo 1 de elementos essenciais de acordo com a função bioquímica, possuem suas ligações com carbono, tornando-as compostos orgânicos. Elemento muito móvel no solo, a falta dele inibe o crescimento e desenvolvimento da planta. Pode demonstrar clorose nas folhas mais velhas, folhas mais jovens ficam somente mais verdes claras. A falta do nitrogênio é um dos fatores mais limitantes, que afeta diretamente toda a produtividade dos ecossistemas terrestres (PAULETTI & MOTTA, 2019).

O potássio é disponível na sua fórmula iônica K^+ , que por sua vez não possui ação de formação de gases, que poderiam se perder na atmosfera, sendo a mesma, para absorção pelas raízes das plantas (BRADY & WEIL, 2013).

A mobilidade dos nutrientes dentro das plantas está ligada diretamente com o seu desenvolvimento e reprodução, alguns deles podem ser reciclados de folha para folha por exemplo o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). De acordo com Taiz & Zeiger et al. (2017), o potássio quando apresenta alguma deficiência visual nas plantas, por exemplo a clorose, que possui manchas nas bordas da folha e entre nervuras, é representada principalmente na parte inferior da planta, pois o macro nutriente migrou para as folhas de mais necessidades, as mais novas, na parte superior.

Com isso, o objetivo principal do trabalho foi analisar a absorção do potássio na cultura da soja, observando o método solo-planta, da análise de solo até a exportação do potássio pelo grão.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido com a parte prática do estágio, dividindo-se em 2 partes, a primeira ocorreu no município de Candói - Paraná, com área de 1 hectare, e a segunda parte ocorreu o processamento do material coletado, no laboratório Solum Brasilis em Guarapuava - Paraná, onde foi realizado o desenvolvimento prático desde a separação até o resultado quantitativo das amostras de solos e plantas retiradas da fazenda.

A soja semeada pelo produtor foi a cultivar Zeus 55i57RSF IPRO, da Brasmax, cultivar que nos últimos dois anos tem se destacado na Região Centro Sul do Paraná pelo alto rendimento em PMG (peso mil grãos), indicado pela detentora de 209 g (BRASMAX ®, 2022).

Dentro da fase ativa do estudo, as coletas de solos, foram realizada para observar o perfil do solo, onde utilizamos uma retroescavadeira formando uma

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

trincheira para facilitar a observação do perfil, e as amostras foram sendo subdivididas em 9 partes, são elas: 00-05; 05-10; 10-15; 15-20; 20-30; 30-40; 40-60; 60-80; 80-100 centímetros. Sendo a primeira coleta no dia 13 de setembro de 2021 e a última na data de 09 de março de 2022. Todas as coletas foram realizadas retirando uma amostra de 350 gramas.

A amostra no laboratório passa pela triagem e secagem, após isso é feita a retirada do solo no número total de 46 cm³, equivalente aproximadamente a 60 gramas, que realmente será avaliada com as soluções para cada macro ou micronutriente que está sendo diagnosticado. Para determinação do potássio e alguns micronutrientes como Cobre (Cu), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Manganês (Mn), por exemplo, a amostra é adicionada à solução Mehlich 1, formada por H₂SO₄ e HCl, agitada por um breve período e após um descanso de 16 horas a determinação numérica é feita.

Com as análises prontas o produtor fez a calagem e adubação antes do plantio sendo de Cloreto de Potássio (KCl) 140 kg por ha e de MAP 260 kg por ha. O plantio da soja ocorreu dia 10 de outubro de 2021, e 14 dias após o plantio observamos um total de 9 plantas germinadas por metro linear e uma população de 180.000 plantas por ha, onde a Brasmax da mesma indica a população de 280.000 a 350.000 plantas por ha, para plantio no mesmo período e região.

Durante o período da cultura no campo, as coletas das plantas inteiras, foram realizadas 4 vezes, nas seguintes datas 12/11/2021; 1/12/2021; 9/12/2021; 25/01/2022. De acordo com o Manual da Embrapa (2009), são indicadas para a coleta 30 folhas com pecíolo por m², sendo elas a terceira ou quarta folha da haste principal a partir do ápice, com isso, o número de plantas coletadas foi equivalente a 1 m² da área plantada, totalizando o número de 18 plantas inteiras de soja retiradas em cada dia de amostragem, para se obter o resultado da análise foliar. As plantas foram retiradas aleatoriamente na área demarcada.

As plantas inteiras e verdes foram pesadas no campo. Sendo as partes das plantas estratificadas no laboratório em folhas, pecíolo, haste, vagens e raízes. Após a separação ocorreu o processo de secagem das amostras, na estufa de secagem a 105 °C, como padrão do laboratório durante 24 horas retirando toda a umidade presente nas plantas.

As amostras secas e pesadas foram trituradas e moídas, para começar as análises químicas, para se obter uma amostragem homogênea de toda a matéria seca. Após esse processo, são separadas 500 mg da amostra para determinar o Potássio, Enxofre (S), Fósforo, Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e o Boro (B), fazendo suas devidas aferições, medidas e misturas. Para determinar os níveis de Nitrogênio na análise foliar, é utilizado uma amostra a mais separada de 100 mg de matéria seca, ela passa pelo digestor, ocorre a destilação e posteriormente a titulação do material.

A última fase do projeto, consolidou a observação e análise dos resultados quantitativos das amostras, apresentadas a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos através das análises do solo, contido na tabela 1 podemos observar a diferença ao longo do perfil, com isso nas primeiras 4 camadas, sendo elas compostas de 00-05; 05-10; 10-15; 15-20, compondo os primeiros 20 centímetros como normalmente são coletadas, podem mascarar alguns resultados importantes, pois tem uma grande variação entre os 4 perfis.

Tabela 1 - Teores de potássio (K) disponível no solo em cmolc dm⁻³, antes do plantio e depois da colheita da soja, de acordo com o perfil do solo em centímetros. Candi - PR.

Data	Perfil do solo (cm)								
	00-05	05-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
13/set./21	1,3	0,58	0,34	0,2	0,17	0,14	0,15	0,12	0,12
09/mar./22	0,88	0,8	0,68	0,51	0,27	0,15	0,05	0,05	0,03

Fonte: A autora (2022).

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

Os níveis elevados de potássio na primeira camada do solo (00-05), principalmente antes do plantio, apresentam que os níveis de cada camada podem esconder os valores que realmente o solo e planta precisam, pois, a variação entre a 4ª e a 1ª camada é de 1:6 partes.

Como podemos observar nos dados da tabela 1, o potássio ao longo do perfil do solo tende a diminuir nas duas coletas realizadas. Esses índices de potássio estão ligados indiretamente ao pH do solo, presente na tabela 2, que nas amostras obteve um valor pH 4,81 e pH 4,66, respectivamente, de 10 a 20 cm perfil, o qual é corrigido as necessidades de calagem na fazenda.

A correlação deste dado, para absorção das plantas, está ligada diretamente ao pH do solo, que obteve um número médio de pH 5,22 de 00-20 centímetros na primeira coleta e de pH 4,93 na última coleta. De acordo com Taiz & Zeiger et al. (2017), o indicado para a planta absorver o potássio em sua forma iônica, o solo precisa estar com o pH 5,0 a 6,5 e de acordo com Malavolta et al. (1997) se torna disponível para planta a partir do pH 5,5 até o pH 7,4.

Tabela 2 - Teor do fósforo (P) disponível em mg dm⁻³ e do pH CaCl₂ no solo, antes do plantio e depois da colheita da soja, de acordo com o perfil do solo em centímetros e a média dos valores. Candió - PR, 2022

	13/set./2021		09/mar./2022	
	pH CaCl ₂	P-Disponível mg/dm ³	pH CaCl ₂	P-Disponível mg/dm ³
00-05 cm	5,76	20,35	5,64	49,74
05-10 cm	5,51	7,9	4,73	41,97
10-15 cm	4,85	3,34	4,63	4,04
15-20 cm	4,77	3,17	4,70	2,99
Média 00-20 cm	5,22	8,69	4,93	24,68

Fonte: A autora (2022).

Tornando-se relevante a questão da adubação estipulada pela Embrapa Soja (2008), considerando o pH de 5,22, e as amostras de 00-20 cm o teor de fósforo disponível inicialmente no solo em 8,69 mg dm⁻³, sendo um valor alto acima de 6,0 mg dm⁻³, e o teor do potássio inicial em 0,6 cmolc dm⁻³,
TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

caracterizado como alto acima de $0,30 \text{ cmolc dm}^{-3}$, a adubação por hectare nessa área seria de 60 kg de P_2O_5 e 40 kg de K_2O , coleta realizada fora da linha do plantio anterior (Tabela 2).

De acordo com o Pauletti & Motta (2019), a interpretação dos teores de fósforo e potássio inicial, considerando o valor médio de 80 a 100 kg/ha de P_2O_5 e considerando o valor muito alto de potássio acima de $0,45 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e conforme a produtividade planejada se indica de 71 a 90 kg de K_2O .

Observando a citação da Luz et al. (2002), é cada vez mais importante a utilização de métodos eficientes para realizar coletas, aplicações e o manejo do solo, adubos e calcários com mais cuidado, para não haver contaminação de amostras e se obter resultados satisfatórios.

Os resultados por média do perfil, posteriores à colheita da soja no campo mostraram um aumento significativo no mesmo perfil do solo, apresentando valores significativamente altos sendo $24,68 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de fósforo disponível e $0,72 \text{ cmolc dm}^{-3}$ de potássio disponível, na mesma profundidade entretanto a segunda coleta do material foi realizada na linha do plantio da soja e poderia possuir alguns resíduos de adubação, já considerando e sabendo do risco que o excesso do potássio poderia causar de acordo com a literatura do Malavolta et al. (1997), sendo o principal fator a inibição de cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) para planta. Se observa que o adubo aplicado está agindo e demonstrando resultados.

O peso total das raízes verdes ficou em 35, 60, 80 e 100 gramas, respectivamente em cada coleta no total de 18 plantas, sendo posteriormente descartada as raízes e diminuindo do valor total de massa verde.

Durante as visitas técnicas a campo, observou a deficiência visual em potássio figura 1, que depois foi avaliada em laboratório e não foi confirmada nos laudos químicos pelo padrão da Embrapa (2009), mantendo números no limbo foliar maiores do que o padrão da Embrapa, conforme visto na tabela 3, abaixo.

Tabela 3 - Resultado na análise foliar com o teor de potássio (K) em g/kg em diferentes coletas. Guarapuava - PR.

	12/11/2021	01/12/2021	09/12/2021
Haste	41,02	51,21	39,90
Pecíolo	76,34	49,90	64,55
Folha	36,84	26,42	27,07

Fonte: A autora (2022).

Entretanto, todos os resultados obtidos até a data desta análise química foliar, estão acima do que é o padrão estipulado pela EMBRAPA (2009) para a cultura estudada, onde se tem o teor do potássio entre 17 a 25 g/kg.

Observamos também na tabela 3 que os teores de potássio em g/kg no pecíolo por exemplo, são extremamente altos até a terceira coleta, sendo 60 dias após a semeadura, isto é, há maior concentração dos valores nessa parte da planta, seguindo os níveis de teores na haste e posteriormente a folha, que se manteve os menores números. Com isso, podemos observar que a estratificação das plantas em várias partes se torna extremamente importante para identificação de possíveis deficiências ocasionais e situações oportunas que a planta poderia ocasionar, como a redução de produtividade, pois os dados variam mais de 100% quando comparados entre si.

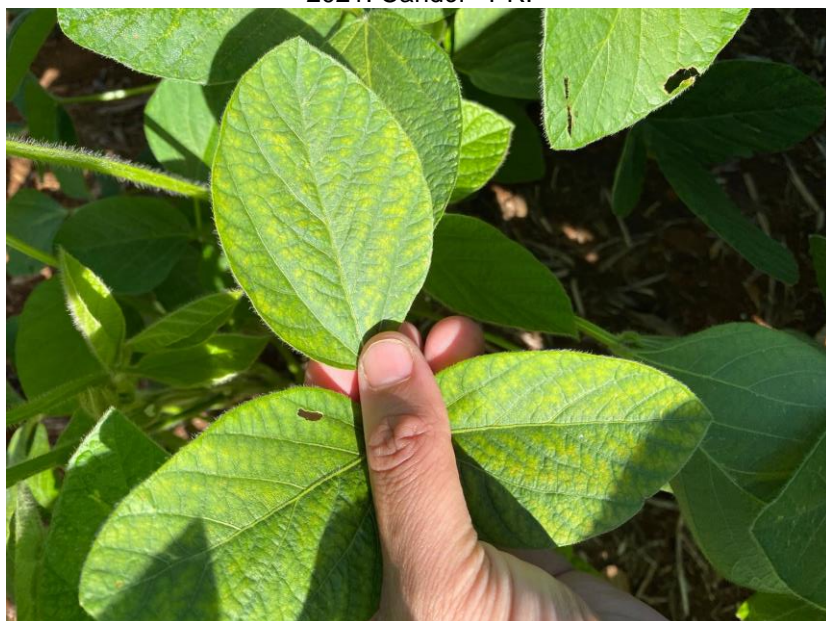
Na área estudada, como citado, houve uma aplicação de MAP e KCl, as amostras de números elevados e ainda apresentou essa deficiência visual conforme a figura 1.

Com isso, o livro publicado recentemente pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cita que se deve ter um aumento no índice de potássio estipulado quase o dobro, no Paraná, chegando a 90 ton/ha na situação citada na primeira coleta de solo. Se tornando mais viável para produção na cultura da soja no geral, gerando uma baixa na falta de potássio para a soja (PAULETTI & MOTTA, 2019).

A campo as folhas apresentaram uma deficiência visual leve de potássio conforme a figura 1, colocando em pauta a absorção maior desse

macronutriente por essa cultivar especificamente. Essa deficiência visual se deu principalmente pelo déficit hídrico e a falta de chuva por aproximadamente 47 dias no local, pois os dados de solo comprovam que havia potássio disponível no solo e a planta havia absorvido grande quantidade do nutriente.

Figura 1 - Deficiência visual de potássio, observado no campo no dia 01 de dezembro de 2021. Candói - PR.



Fonte: A autora (2021).

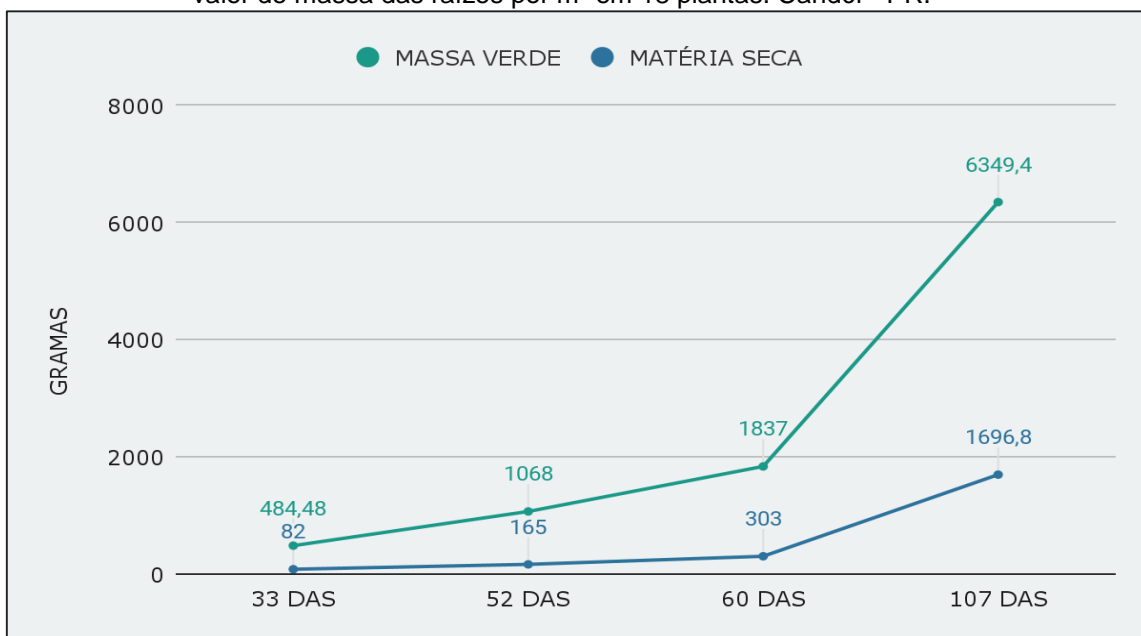
Ao cultivar a soja denominada como Zeus, se observou que havia uma demanda maior de potássio anteriormente ao projeto, em conversas e debates citados pelos produtores e engenheiros agrônomos, pois acusavam e demonstravam em suas folhas essa deficiência visual. A aplicação foliar de adubos foliares não ocorreu, para não interferir nos dados.

No ciclo completo, a soja se deu em 136 dias de ciclo, considerado 11 dias a mais do padrão estipulado pela produtora.

Como podemos observar na Figura 2, as quantidades de massa verde e matéria seca em gramas durante a coleta, observamos uma curva de absorção da seguinte forma, onde as coletas foram realizadas 33, 52, 60 e 107 dias após a semeadura respectivamente. Obtendo valores da primeira até a última coleta em 13 vezes mais o peso de massa verde da soja.

O resultado dessa figura 2 apresenta os dados quantitativos obtidos na coleta de dados, a variação de 47 dias entre a terceira coleta e a última oriunda dos 47 dias de seca, sendo a data anterior a última coleta de 24/01/2022 ocorrendo intempéries climáticas ocasionando grandes danos para os dados de colheita, levando a quebra de plantas grandes e o granizo deixando danos na vagem, com perdas estimadas pelo produtor de 2 sc/ha.

Figura 2 - Curva do aumento de massa verde e a matéria seca em gramas, descontado o valor de massa das raízes por m² em 18 plantas. Candói - PR.



Fonte: A autora (2022).

A falta de regulagem na máquina na colheita, observando que a primeira interseção da cultivar, ser abaixo do padrão quando comparada a outras sojas e já possuindo vagens desde o primeiro entre nó e a colheita forçada do talhão resultou em um valor abaixo do esperado em aproximadamente 5 sc/ha. A colheita precoce se obteve a partir da alta umidade do ar e condições climáticas favoráveis à chuva que estava alta no mês de fevereiro/2022.

A produtividade estimada para a colheita da área, foi realizada após a 4ª coleta foliar no dia 25/01/2022 aproximadamente em R5, período que se começa o enchimento do grão, onde a planta já estava em cerca de 80% do

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

seu ciclo de vida concluído, onde obtivemos e contabilizamos o número de 18 plantas, sendo as vagens médias por planta de 116,3 unidades de vagens. E o peso da massa verde total dessas plantas foi de 6.349,4 gramas, a relação padrão para estipular a produtividade utilizada no laboratório é de aproximadamente 1:1, onde 1 kg de massa verde é equivalente a quase 1 kg de produtividade. Nesse caso a produtividade estimada do talhão estava em 105,82 sc/ha.

De acordo com Silva (2019) com o Comitê estratégico de soja do Brasil, conhecido como CESB, possui um método de referência para a produtividade estimada de soja, sempre múltiplos de 6 os dados coletados, onde contabiliza os números de vagens, quantidade de semente por vagem, onde estipula-se um padrão de 2 grãos por vagem, o peso de mil grãos e o erro amostral em 21%, onde por essa referência chegamos ao número de 115,21 sc/ha de produtividade estimada. Entretanto, ao observar visivelmente a cultivar do estudo possui a grande maioria das vagens com 3 grãos, mostrando que o valor estaria superestimado.

Outro método de amostragem estipulado pela Pioneer (2019), é através de uma fórmula multiplicando as plantas por ha (mil/ha), número de vagens por plantas, número de sementes por vagem, o padrão utilizado é 2,5, e o PMS em (g/1.000) estipulado pelo fabricante, o valor dessa equação divide por 60.000, para ter um resultado de sc/ha. Entretanto, nesse método o valor final ficou em um número ainda não aplicável para colheitas no Brasil, em 182,3 sc/ha.

A colheita da soja foi realizada no dia 20 de fevereiro de 2022, com as intempéries climáticas e a situações de colheita já citadas anteriormente, o valor final de produtividade da área amostral foi de 86 sc/ha. Com resultados superiores à média nacional da safra que foi de 50,43 sc/ha de acordo com dados da CONAB (2022).

O índice de K⁺ disponível na matéria seca que será descartada no campo pós colheita possui o teor de 11,79 g/kg, considerado abaixo da média

na análise foliar, entretanto os teores de cálcio (Ca) obtidos na análise da palhada realizada posterior a colheita, tornaram-se resultados discutidos também, pois na matéria seca recolhida em 1 m², foi de 24,05 g/kg de cálcio, gerando um composto com teor alto para ser incorporado ao solo, onde o padrão da Embrapa (2009), é considerado de 4 a 20 g/kg.

O peso de mil grãos pesados no dia da colheita é separado em 3 amostras para fazer a média de exportação e os teores dos nutrientes no grão. Os valores de potássio nos grãos obtiveram uma média acima do padrão, com teor de 31,85 g/kg, chegando a mais de 27% do máximo estipulado pela Embrapa (2009). Outro nutriente que ficou com o valor do padrão máximo foi o Nitrogênio, com 54,78 g/kg, onde o padrão estipulado é de 54 g/kg. O valor do peso de mil grãos foi verificado em massa verde e matéria seca, onde as médias de 213,87 e 201,23 gramas, respectivamente. A matéria seca que ficou foi 94% do valor do peso inicial dos grãos. A detentora da semente contabiliza o PMS em massa verde, e o dado utilizado como referência utilizado pela cultivar é de 209 gramas, podemos considerar que não houve discordância desse dado, não ultrapassando a margem de 3%.

Vale ressaltar que a genética implantada nos sistemas das cultivares comercializadas pelas BRASMAX®, está se destacando no mercado pelos altos rendimentos, não somente na cultivar estudada para nossa região, como para outras regiões e outras culturas também. Esse fator influencia diretamente no consumo e absorção de potássio pela planta e grãos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O seguinte estudo chegou às seguintes conclusões: o nível crítico mínimo do pH deve-se, a curto prazo aumentar as dosagens para realizar a calagem na área, para se obter resultados melhores, mais precisos e conclusivos sobre a absorção do potássio.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

O valor de produtividade estimada em sc/ha, estipulado pelo padrão do laboratório dentre as opções citadas foi o mais próximo ao resultado realmente obtido. Considerando as perdas citadas posteriormente a produtividade, pela colheita e intempéries climáticas, que com alguns estudos mais precisos o índice aproximado de 1:1 do laboratório, precise um ajuste mínimo.

Os teores foliares de potássio da cultivar estudada são maiores, principalmente na haste da planta, com isso a regulação da adubação precisa ser feita para complementar a necessidade da cultivar.

Entretanto, ressaltamos que o fator climático das faltas de chuvas locais e secas podem ter ocasionado essa desregulamentação na absorção, precisando avaliação consecutiva por mais períodos.

Além da observação sobre a subdivisão na parte aérea da planta, para uma real avaliação de nutrição e deficiência da planta.

REFERÊNCIAS

BRADY, N. C; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades do solo**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 686 p.

BRASMAX [®]. **ZEUS IPRO**. 2022 Site: <https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=2501>. Acesso em: 02 mai 2022.

CONAB. **Safra brasileira de grãos 2021/2022**. Site: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>; Acesso em: 04 mai 2022.

CONAB. **Safra brasileira de grãos 2020/2021**. Site: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>; Acesso em: 16 abr 2022.

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Distrito Federal: Embrapa informação tecnológica, 2009. 627 p.

EMBRAPA SOJA. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. 2008. Site: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/470934/soja-no-brasil-calagem-adubacao-e-nutricao-mineral> Acesso em: 01 de mai de 2022.

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

EMBRAPA. **Soja.** Dados econômicos e história. Site: <https://www.embrapa.br/soja>; Acesso em: 17 mai 2022.

PASCOALINO, João. **Método de estimativa de produtividade de soja.** CESB. Site: <https://www.cesbrasil.org.br/wp-content/uploads/2021/02/Manual-Estimativa-produtividade.pdf> Acesso em: 01 de mai de 2022.

PAULETTI, Volnei; MOTTA, Antonio Carlos Vargas. **Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná.** 2 ed. SBCS: Curitiba, 2019. 289 p.

MALAVOLTA, Eurípedes et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

da SILVA, Eder David Borges. **Estimando a produtividade na cultura da soja.** Pioneer. 2019. Site: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja>
Acesso em: 01 de mai de 2022.

TAIZ L.; ZEIGER, E. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

USDA. **Crop production.** Site: <https://www.usda.gov/topics/farming/crop-production>; USA. 2021 Acesso em: 16 mai 2022.

LUZ, M. J.S. et al. **Adubação e Correção do Solo: Procedimentos a Serem Adotados em Função dos Resultados da Análise do Solo.** Circular técnica MAPA, nº 63, Campina Grande, PB, 2002. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/19595/1/CIRTEC63.pdf>
Acesso em 02 Jun 2022.

TRATAMENTO BIOLÓGICO DE ÁGUAS RESIDUAIS: UMA BREVE ABORDAGEM DA LITERATURA SOBRE A BACTÉRIA *MICROTHRIX PARVICELLA* PRESENTE EM LODOS ATIVADOS

Angelo Antonio Delponte
Rafaela Franqueto
Renan Franqueto

Resumo: Lodos ativados é o tratamento mais empregado atualmente, principalmente pela alta eficiência alcançada associada à pequena área de implantação requerida, quando comparado a outros sistemas de tratamento. O sistema apresenta sua eficiência com base na atuação de microrganismos formadores de floco, principalmente a *Microthrix parvicella*, a qual foi descrita, primeiramente, por Pasveer no ano de 1969. O objetivo do artigo é sistematizar os diversos estudos desenvolvidos sobre a *Microthrix parvicella* em sistema de lodo ativado. Na literatura, a bactéria *Microthrix parvicella* é frequentemente mencionada como um microrganismo filamentosos que cresce em idades mais altas de lodo, sendo crescimento excessivo pode-se estender para o exterior, ocasionando problemas de “bulking” ou formação de espuma em tratamento de águas residuárias, reportado por vários autores, com maior ênfase para estudos desenvolvidos no Reino Unido no início da década de 1980. Sendo o “bulking” o principal problema relacionado com a bactéria, para propor estratégias na resolução do impasse, é necessário compreender a cinética de crescimento do microrganismo. Por fim, a falta de controle no processo de lodos ativados não leva somente a formação de espumas, mas também um tratamento ineficiente, sendo necessário o emprego de estratégias de controle específicas, pois são seletivas e de caráter preventivo.

PALAVRAS-CHAVE: *Microthrix Parvicella*. Bulking Filamentoso. Lodos Ativados.

Abstract: Activated sludge is the most widely used treatment currently, mainly due to the high efficiency achieved associated with the small area of implementation required, when compared to other treatment systems. The system presents its efficiency based on the performance of floc-forming microorganisms, mainly *Microthrix parvicella*, which was first described by Pasveer in 1969. The aim of the article is to systematize the various studies developed on *Microthrix parvicella* in activated sludge systems. In the literature, the bacterium *Microthrix parvicella* is often mentioned as a filamentous microorganism that grows at higher ages of sludge, being excessive growth can extend outwards, causing problems of "bulking" or foaming in wastewater treatment, reported by several authors, with greater emphasis on studies developed in the United Kingdom in the early 1980s. Since bulking is the main problem related to the bacteria, to propose strategies to solve the impasse, it is necessary to understand the growth kinetics of the microorganism. Finally, the lack of control in the activated sludge process not only leads to foaming, but also to inefficient treatment, requiring the use of specific control strategies, as they are selective and preventive in nature.

KEYWORDS: *Microthrix Parvicella*. Filamentous Bulking. Activated Sludge.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de tratamento de efluentes por lodos ativados, são os mais amplamente empregados atualmente, principalmente pela alta eficiência alcançada associada à pequena área de implantação requerida, quando

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

comparado a outros sistemas de tratamento, como as lagoas de estabilização, por exemplo (BENTO et al. 2005).

A eficiência do sistema depende, entre outros fatores, da formação de flocos ideais, sendo predominantemente de média e grande dimensão, firmes, redondos, com aspecto compacto e com uma quantidade equilibrada de bactérias filamentosas e bactérias formadoras de flocos. Embora as bactérias filamentosas sejam importantes na estruturação do floco, o seu crescimento excessivo (desequilíbrio do sistema) cria obstáculos para a sedimentação e compactação do lodo, resultando no “bulking” ou intumescimento filamentoso provocando um arraste de sólidos juntamente com o efluente, alterando a concentração de DBO e nitrogênio, alterando assim o padrão de lançamento do efluente e diminuindo a concentração de sólidos no reator (BENTO et al. 2005; CORDI et al. 2007). O desenvolvimento de métodos rápidos e simples para identificação dos microrganismos filamentosos em amostras de lodo foram de grande importância no entendimento da formação do bulking filamentoso e foram, inicialmente, desenvolvidos por Eikelboom, Van Buijsen (1993) e Jenkis (1992) com uso de contraste microscópio de fase e testes de coloração rápida. Nesse sentido, a importância do conhecimento microbiológico aumentou nos últimos anos e diferentes estudos relataram o “*bulking*” ou formação de espuma devido ao crescimento de microrganismos filamentosos, principalmente da bactéria *Microthrix parvicella* (JENKINS, 1992).

O primeiro relatório de “*Microthrix parvicella*” foi descrito por Pasveer (1969) que a descreveu como uma “... bactéria notável”. Farquhar, Boyle (1971ab) observaram em estudos “... filamentos longos e enrolados de um microrganismo em amostras de lodo ativado e, embora, os estudos não terem tido fotografias *in situ*, as descrições reportadas sugeriram fortemente que se tratava da *Microthrix parvicella*, descrita anteriormente por Pasveer (1969).

Van Veer (1973), usando dados morfológicos propôs o nome do organismo filamentoso, a *Microthrix parvicella*. O autor descreveu

cuidadosamente um organismo filamentoso com características irregulares e com taxa de crescimento lento (6 a 8 semanas).

Em relação ao isolamento da bactéria, Van Veen (1973) e Slijkhuis (1983) foram os primeiros, entretanto, em nenhum dos estudos foi obtido o sucesso de manter a bactéria em cultura.

Neste sentido, objetivo deste artigo é sistematizar as contribuições de diversos estudos que vêm sendo desenvolvidos sobre a dinâmica da bactéria filamentosa *Microthrix parvicella* em sistemas de tratamento biológico por lodos ativados.

2 REVISÃO DA LITERATURA - *Microthrix parvicella*

2.1 MICROTHRIX PARVICELLA: MORFOLOGIA E FISIOLOGIA

Uma das questões mais complexas sobre lodos ativados é se as características do substrato são adequadas para o crescimento adequado das bactérias filamentosas.

Na literatura, a bactéria *Microthrix parvicella* é frequentemente mencionada como um microrganismo filamentoso que cresce em idades mais altas de lodo (JENKINS, 1992). A bactéria pertence ao grupo de bactérias filamentosas gram-positivas, sendo umas das responsáveis pela formação do bom floco no sistema de lodo ativado, localizadas principalmente no interior do floco. Entretanto, em crescimento excessivo pode-se estender para o exterior, ocasionando problemas de “bulking” ou formação de espuma em tratamento de águas residuárias (BLACKALL et al. 1996). De acordo com estudos de Eikelboom, Van Buijsen (1983), a *Microthrix parvicella* é distinguida das outras bactérias filamentosas devido aos grânulos de polifosfato e filamentos não serem ramificados.

Estudos desenvolvidos ao longo dos anos com cultura pura evidenciam que a bactéria tem na sua fisiologia a capacidade para armazenar lipídios como fonte de carbono e energia, atribuindo assim a capacidade de

adaptação em condições ambientais diversas (aeróbia, anaeróbia e anóxica) bem como a capacidade para reduzir exclusivamente o nitrato ao nitrito (desnitrificação incompleta). Seguindo essa hipótese, como a desnitrificação é incompleta, a maioria dos microrganismos filamentosos acumulam óxido nítrico, reduzindo assim a capacidade de utilizar fonte de carbono sob as condições aeróbias, enquanto que a *Microthrix parvicella* é praticamente não afetada pois sua fisiologia não exhibe nenhum tipo de acumulação de óxido nítrico em seu sistema, criando assim uma vantagem importantíssima em relação aos demais microrganismos (SLIJKHUIS, DEINEMA 1988; TANDOI et al. 1998; NIELSEN et al. 2005; MULLER et al. 2012). A *Microthrix parvicella* foi uma das primeiras a serem definidas utilizando técnicas genéticas, em estudo conduzido por Blackall et al. (1994).

Recentemente, outra espécie de *Microthrix*, a *Microthrix calida*, foi isolada em uma amostra de lodo ativado por Levantesi et al. (2006). Os autores reportaram que a espécie possui similaridade 95.5-96.7 com a *Microthrix parvicella*, possuindo uma versão “mais fina”.

Vanysacker et al. (2014) desenvolveram um método útil como uma ferramenta de alerta precoce para a detecção rápida e confiável da espécie *Microthrix*. O estudo mostrou uma confiabilidade de 100% para *Microthrix parvicella* no lodo.

2.2 INFLUÊNCIA DA *MICROTHRIX PARVICELLA* NA FORMAÇÃO DE ESPUMAS OU “BULKING”

A formação de espuma na superfície de lodos ativados tem sido um grave problema operacional que devido aos organismos filamentosos e a dispersão de bolhas de gás produz uma camada marrom na superfície do sistema. Tal formação é produzida principalmente por microrganismos

altamente hidrofóbicos, tais como a *Microthrix parvicella* (HAO et al. 1988; SODDELL, SEVIOUR, 1990), objeto de estudo desse artigo.

Uma das primeiras publicações sobre a formação de espuma em lodos ativados é o reportado por Anon (1969). A espuma tornou-se mais difundida no Reino Unido no início da década de 1980, com estudo de Foot (1992).

Em relação à influência da *Microthrix parvicella* na formação de espumas, os primeiros estudos reportados na literatura são de Eikelboom (1975), Blackbeard et al. (1986) e Blackall et al. (1996).

Em estudos mais recentes, Rossetti et al. (2002), identificaram que a *Microthrix parvicella* tem a tendência em compensar outras bactérias presentes em no lodo ativado, devido a capacidade de usar os ácidos graxos de cadeia longa como fonte de energia e de crescer sob condições aeróbias e anaeróbias.

2.3 CINÉTICA DE CRESCIMENTO

O intumescimento do lodo ou “bulking” ocorre por um crescimento excessivo de microrganismos filamentosos, dentre eles a *Microthrix parvicella*, no reator biológico, o que resulta em altos índices volumétricos de lodo (CHUDOBA; OTTOVA; MADERA, 1973). Para propor estratégias e soluções para este problema operacional em sistemas de tratamento por lodos ativados, é imprescindível entender a cinética de crescimento e a dinâmica dos microrganismos envolvidos na formação dos flocos, os quais são as bactérias filamentosas e bactérias formadoras de flocos (ROSSETTI; TOMEI; NIELSEN, 2005).

Uma das teorias por trás da cinética dos microrganismos envolvidos no *bulking* em lodos ativados é a teoria da seleção cinética, proposta por Chudoba, Grau e Ottová (1973) e baseada no modelo de Monod (1949). De acordo com este último, a taxa específica de crescimento dos microrganismos formadores de flocos e dos microrganismos filamentosos é função da concentração do

substrato, como mostrado na equação 1 abaixo. A constante K_s representa a afinidade do microrganismo com o substrato e é a concentração na qual a taxa específica de crescimento é igual à metade da taxa específica de crescimento máximo.

$$\mu = \mu_{\max} \cdot C_s / (K_s + C_s) \quad (1)$$

Sabendo disso, a diferença reside na hipótese de que os microrganismos formadores de flocos se caracterizam por altos valores de K_s e μ_{\max} , isto é, são favorecidos por altas concentrações de substrato, enquanto que os microrganismos filamentosos por baixos valores destas constantes, o que significa que são favorecidos por baixas concentrações de substrato (CENENS et al. 2000). Rossetti et al. (2005) relataram uma série de estudos de caracterização específicos da bactéria filamentosa *Microthrix parvicella*, e pontuam a escassez de estudos de ordem quantitativa. Como esperado este microrganismo possui baixos valores de K_s em comparação com microrganismos formadores de floco, o que representa uma alta afinidade com o substrato (CONTRERAS; GIANUZZI; ZARITZKY, 2004; ROSSETTI et al. 2005). Além disso, os mesmos autores destacam que deve-se levar em consideração que muitas destes estudos foram realizados com culturas puras, o que significa que os resultados encontrados não podem ser utilizados diretamente para prever o comportamento desta bactéria em sistemas de lodos ativados.

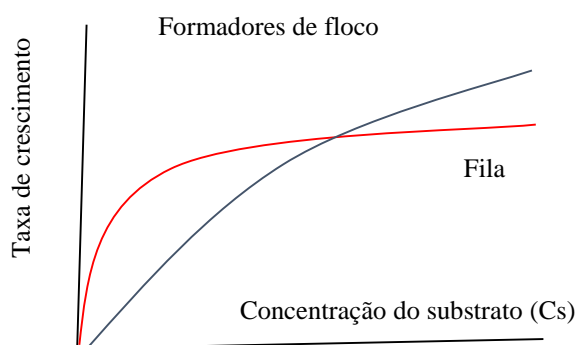


Figura 1 - Comportamento da taxa de crescimento específica dos microrganismos formadores de floco e dos microrganismos filamentosos em função da concentração do substrato, segundo a teoria da seleção cinética proposta por Chudoba, Grau e Ottová (1973).
TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

Esta caracterização é fundamental para a adequada operação de sistemas de tratamento biológico, pois desta forma, é possível evitar o crescimento excessivo de microrganismos filamentosos (CONTRERAS; GIANUZZI; ZARITZKY, 2004). No entanto, muitos dos estudos compilados no trabalho de Rossetti et al. (2005) possuem limitações, uma vez que para caracterização da cinética de crescimento da *Microthrix parvicella*, uma vez que a maioria das culturas da bactéria são culturas puras, isto é, sem considerar a sua interação com outros microrganismos.

2.4 MÉTODOS DE CONTROLE DA *MICROTHRIX PARVICELLA* NA FORMAÇÃO DE ESPUMAS

A formação de espuma (camada marrom viscosa acumulada na superfície do efluente) é um dos principais problemas relacionados a lodos ativados e pode acarretar em déficit de eficiência no processo. O volume e a formação de espumas filamentosas podem ser controlados por diferentes estratégias.

Na literatura reporta-se um controle bem-sucedido e eficaz por cloração, conforme estudos preconizados por Hong et al. (1984), Neethling et al. (1985) e largamente empregada nos Estados Unidos por ser utilizada para desinfecção de efluentes secundários e a quantidade requerida para controle de bactérias filamentosas é muito pequena e o uso dessa técnica não interfere na eficiência de remoção de DBO do efluente (JENKIS 1992). O objetivo da cloração é expor o lodo ao cloro suficientemente para danificar ou quebrar os filamentos que se estender para o exterior do floco, no entanto, o uso de altas doses de cloro pode inibir tanto nitrificação como a remoção de matéria orgânica e causar a ruptura dos flocos (MAMAIS et al. 2011).

Roels et al. (2002) descreveram que a adição de cloreto de polialumínio (PAC) pode ser utilizado para controlar a espuma causada pela bactéria. A adição do PAC faz com que o fosfato e os ácidos graxos de cadeia longa

precipitem, entretanto em estudo descrito por Aguilar et al. (2002), essa medida é considerada onerosa para o sistema de tratamento. Sendo assim, estudos foram e vem sendo desenvolvidos para criar condições que impeçam o crescimento excessivo dos microrganismos filamentosos, em especial a *Microthrix parvicella*. Outra medida seria o controle da idade do lodo, assim um dos primeiros estudos nesse quesito foi de Jenkins (1992), que mencionou um limite inferior para a idade de lodo entre 8 e 10 dias quando pode ocorrer *Microthrix parvicella*. Ainda de acordo com Jenkis (1992), ressalta-se que essa medida não deve ser aplicada em sistemas que precisam ser nitrificados ao longo do ano, pois pode eliminar bactérias nitrificantes. Esse método descreve o tempo médio (em dias) que os microrganismos permanecem no processo de lodo ativado.

Estudos mais recentes (LEVÉN et al. 2016) reportam o uso do ozônio no controle, Caravelli et al. (2006) abordam a questão da inativação da bactéria através da lise celular pela ação do ozônio. Ried et al. (2014) confirmaram o abordado por Caravelli et al. (2006) e reportaram que o ozônio tem ação mais rápida que o controle com cloro, entretanto, a maioria dos estudos sobre ozonização tem concentrado em minimizar a produção de lodo excedente e por consequência na redução do crescimento da *Microthrix parvicella* no sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de microrganismos em avaliação de qualidade ambiental é fundamentado na relação de equilíbrio e estabilidade do sistema, sendo a adaptação desses microrganismos um dos fatores fundamentais para o sucesso operacional do tratamento. Entretanto, sistemas de tratamento que operam de forma biológica podem acarretar situações de “stress ambiental”, levando a distúrbios ambientais que ultrapassam a condição de adaptação dos microrganismos (principalmente bactérias).

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

A falta de controle no processo de lodos ativados não leva somente a formação de espumas, mas também um tratamento ineficiente. Estratégias de controle específicas são preferíveis, pois são seletivas e preventivas.

O controle biológico utilizando o tempo médio de residência celular, a relação entre alimentos e microrganismos (F / M) e idade do lodo, mostraram alta sensibilidade ao desenvolvimento da bactéria durante o processo do lodo ativado.

Por fim, o conhecimento acerca da cinética de crescimento de crescimento dos microrganismos envolvidos é fundamental para a adequada operação de sistemas de lodos ativados. Observa-se que para realizar esta análise é necessária uma visão sistêmica, isto é, que considere a complexidade da cinética de crescimento e da dinâmica do consórcio dos microrganismos presentes, bem como o contexto no qual se encontram, que se traduz pelas condições operacionais do sistema de tratamento.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, M.I.; SA´EZ, J.; LLORE´NS, M.; SOLER, A.; ORTUNO, J.F. **Nutrient removal and sludge production in the coagulation-flocculation process**, Water Research, volume 36, p.2910–2919, 2002.

ANON. **Milwaukee mystery: unusual operating problems develop**, Water and Sewage Works, p.116–213, 1969.

BENTO, A.P.; SEZERINO, P.H.; PHILIPPI, L.S.; REGINATTO, V.; LAPOLLI, F.R. **Caracterização da microfauna em estação de tratamento de esgotos do tipo lodos ativados: um instrumento de avaliação e controle do processo**, Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, volume 10, p.329-338, 2005.

BLACKALL, L.; SEVIOUR, E.; BRADFORD, D.; CUNNINGHAM, M.; SEVIOUR, R.; HUGENHOLTZ, P. ***Microthrix parvicella* is a novel, deep branching member of the Actinomycete subphylum, Systematic and Applied Microbiology**, volume 17, p.513–518, 1994.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

BLACKALL, L.L.; STRATTON, H.; BRADFORD, D.; DOT, T.D.; SJORUP, C.; SEVIOUR, E.M.; SEVIOUR, R.J. “***Candidatus Microthrix parvicella***”, a filamentous bacterium from activated sludge sewage treatment plants, International Journal of Systematic Bacteriology, volume 46, p.344–346, 1996.

BLACKBEARD, J.R.; EKAMA, G.A.; MARAIS, G.V.R. **A survey of filamentous bulking and foaming in activated sludge plants in South Africa**. Water SA, volume 14, p.29-34, 1986.

CORDI, L.; ALMEIDA, E.dos.S.; ASSALIN, M.R.; DURAN, N. **Intumescimento Filamentoso no Processo de Lodos Ativados Aplicado ao Tratamento de Soro de Queijo: Caracterização e Uso de Floculantes para Melhorar a Sedimentabilidade**. Revista Engenharia Ambiental, volume 4, p. 26-37, 2007.

CARAVELLI, A.; GIANNUZZI, L.; ZARITZKY, N. **Effectiveness of chlorination and ozonation methods on pure cultures of flocforming micro-organisms and activated sludge: a comparative study**. Water, volume 32, p.585–595, 2006.

EIKELBOOM, D.H. **Filamentous organisms observed in activated sludge**, Water Research, volume 9, p.365-388, 1975.

EIKELBOOM, D.H.; VAN BUIJSEN, H.J.J. **Microscopic Sludge Investigation Manual**. Delft, the Netherlands: TNO, 1983.

FARQUHAR, G.J.; BOYLE, W.C. **Identification of filamentous microorganisms in activated sludge**, Journal of the Water Pollution Control, volume 43, p. 604-622, 1971a.

FARQUHAR, G.J.; BOYLE, W.C. **Occurrence of filamentous microorganisms in activated sludge**, Journal of the Water Pollution Control, volume 43, p.779-798, 1971b.

FOOT, R.; FORSTER, C. **The operation of a selector for the control of foam forming bacteria in activated sludge**, Environmental Technology, volume 18, p.237–241, 1997.

HAO O. J.; STROM P. F.; WU Y. C. **A review of the role of Nocardia-like filaments in activated sludge foaming**, Water, volume 14, p.105-110, 1988.

HONG S.; KRICHTEN D.; RACHWAL A. **Biological phosphorus and nitrogen removal via the A/OTM process: recent experience in the United States**

TRIVIUM - Revista Eletrônica Multidisciplinar da Faculdade do Centro do Paraná. Pitanga: UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

and United Kingdom, Water Science & Technology, volume 16, p.151-172, 1984.

JENKINS.D. **Towards a comprehensive model of activated sludge bulking and foaming.** Water Science Technology, volume 25, n.6, p.215-230, 1992.

LEVANTESI, C.; ROSSETTI, S.; THELEN, K.; KRAGELUND, C.; KROONEMAN, J.; EIKELBOOM, D.; NIELSEN, P.H.; TANDOI, V.6. **Phylogeny, physiology and distribution of ‘*Candidatus Microthrix calida*’, a new *Microthrix* species isolated from industrial activated sludge wastewater treatment plants**, Environmental Microbiology, volume 8, p.1552–1563, 2006.

LEVÉN, L.; Wijnbladh, E.; TUVESSON, M.; KRAGELUND, C.; HALIN, S. **Control of *Microthrix parvicella* and sludge bulking by ozone in a full-scale WWTP**, Water Science and Technology, volume 73, p.886-872, 2016.

MAMAI D.; KALAITZI E.; ANDREADAKIS, A. **Foaming control in activated sludge treatment plants by coagulants addition**, Global NEST Journal, volume 13, p.237-245, 2011.

MULLER, E.E.L.; PINEL, N.; GILLECE, J.D.; SCHUPP, J.M.; PRICE, L.B.; ENGELTHALER, D.M.; LEVANTESI, C.; TANDOI, V.; LUONG, K.; BALIGA, N.S.; KORLACH, J.; KEIM, P.S.; WILMES, P. **Genome sequence of “*Candidatus Microthrix parvicella*” Bio17-1, a long-chain-fatty-acid accumulating filamentous actinobacterium from a biological wastewater treatment plant**, Journal of Bacteriology, volume 194, p.6670–6671, 2012.

NEETHLING J. B.; JOHNSON K. M.; JENKINS D. **Using ATP to determine the chlorine resistance of filamentous bacteria associated with activated sludge bulking**, Journal of the Water Pollution Control, volume 57, p.890-894, 1985.

NIELSEN, P.H.; KRAGELUND, C.; NIELSEN, J.L.; TIRO, S.; LEBEK, M. Rosenwinkel, K.-H., Gessesse, A. **Control of *Microthrix parvicella* in activated sludge plants by dosage of polyaluminium salts: possible mechanisms**, Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, volume 33, p.255–261, 2005.

PASVEER, A. **A case of filamentous activated sludge.** Journal of the Water Pollution Control, volume 41, p.1340-1352, 1969.

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

V. 10, n. 1 jan. 2023 – EDIÇÃO ESPECIAL CIÊNCIAS AGRÁRIAS – ISSN 2179-5169

RIED, A.; WANG, J.; RAND, W.; FABIYI, M. **Ozone to control bulking and foaming in municipal waste water treatment plant.** In: DSD International Conference, Hong Kong, B1–B3, 2014.

ROELS, T.; DAUWE, F.; VAN DAMME, S.; DE WILDE, K.; ROELANDT, F. (2002) **The influences of PAX-14 on activated sludge systems and in particular on *Microthrix parvicella***, Water Science and Technology, volume 46, p.487–490, 2002.

ROSSETTI, S.; TOMEI, M.C.; LEVANTESI, C.; RAMADORI, R.; TANDOI, V. “*Microthrix parvicella*”: a new approach for kinetic and physiological characterization, Water Science and Technology, volume 46, p.65–72, 2002.

SFIJKHUIS, H. *Microthrix parvicella*, **a filamentous bacterium isolated from activated sludge: cultivation in a chemically defined médium**, Applied and Environmental Microbiology, volume 46, p.832-839, 1983.

SLIJKHUIS, H.; DEINEMA, M.H. **Effect of environmental conditions on the occurrence of *Microthrix parvicella* in activated sludge**, Water Research, volume 22, p.825-828, 1988.

SODDELL J. A.; SEVIOUR R. J. **Microbiology of foaming in activated sludge plants**, Journal of Applied Microbiology, volume 69, p.145-176, 1990.

TANDOI, V.; ROSSETTI, S.; BLACKALL, L.L.; MAJONE, M. **Some physiological properties of an Italian isolate of “*Microthrix parvicella*”**, Water Science & Technology, volume 37, p.1-8, 1998.

VAN VEEN, W.L. **Bacteriology of activated sludge, in particular the filamentous bacteria**, Antonie Leeuwenhoek, volume 39, p.189–205, 1973.

VANYSACKER, L.; DENIS, C.; ROELS, J.; VERHAEGHE, K.; VANKELECOM, I.F.J. **Development and evaluation of a TaqMan duplex real-time PCR quantification method for reliable enumeration of *Candidatus Microthrix***, Journal of Microbiological Methods, volume 97 p.6–14, 2014.

TRIVIUM

TRIVIUM

Revista Eletrônica Multidisciplinar - UCP

UCP

FACULDADES
DO CENTRO DO
PARANÁ