

EFEITO DA APLICAÇÃO DA TORTA DE FILTRO NA BROTAÇÃO DA CANA PLANTA DE INVERNO

Sidnei Aparecido Rodrigues Bueno

RESUMO:

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a brotação da cana planta de Inverno a partir da aplicação de torta de filtro, proveniente da indústria sucroalcooleira. O experimento foi conduzido no município de Jaú, interior do estado de São Paulo, onde foram avaliadas falhas de três variedades de cana de açúcar com e sem a presença de torta de filtro no sulco do plantio. A área de estudo foi sobrevoada com um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) e a marcação de falhas foi realizada a partir de uma classificação supervisionada, onde foi possível separar cana de solo exposto. O resultado do experimento indicou que, a aplicação de torta no sulco de plantio reduziu as falhas promovendo maior brotação da Cana de açúcar. A redução das falhas foi na ordem de 2,3%. A abertura por variedade não apresentou diferenças significativas. Sendo assim, a aplicação de torta de filtro no sulco do plantio de inverno é recomendada visando maior produtividade e longevidade do canavial.

PALAVRAS-CHAVE: Brotação, Torta de Filtro, Cana de Açúcar.

1. INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é hoje, um dos pilares da economia brasileira, destacando-se na produção de açúcar, etanol e bioenergia, sendo responsável por mais da metade do açúcar comercializado no mundo (FIGUEIREDO, 2010). A produção de cana-de-açúcar na região sudeste, na safra de 2019/2020, teve redução de 2,0% em relação à safra passada, com a estimativa de colher 406,6 milhões de toneladas colhidas (CONAB, 2020).

Com o aumento dos custos e produção da cultura, torna-se essencial a procura por melhores resultados, expressos principalmente em produtividade (toneladas de cana por hectare), qualidade tecnológica (açúcar total recuperável – ART) e a combinação desses dois índices, resultando na tonelada de açúcar total recuperável por hectare (TAH). Para isso é necessária a adoção de novas técnicas agrícolas, melhoria na qualidade das operações (plantio, tratos culturais e colheita) e controle de tráfego de máquinas e implementos agrícolas em áreas de produção. A obtenção de um canavial produtivo e longo depende de boa implantação, ou seja, com poucas falhas. Diversos fatores podem interferir na brotação das gemas contidas neles, tais como a necessidade de água, temperatura, reservas, número de gemas, etc. (NETO, J. B., 2015, p. 21).

Falhas no plantio são fatores que contribuem com o decréscimo da produtividade na cana de açúcar. Determina-se uma falha, a projeção da distância entre duas canas consecutivas ao longo da linha de plantio. Ao longo dos anos, foi empregada metodologias de mensuração das falhas de forma manual, sendo bastante trabalhosa a extração dessas informações, além de estabelecerem uma quantificação de forma probabilística (BARROS, 2018, p. 13).

De acordo com Santos (2012), a torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação sendo proveniente do processo de tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar. Para cada tonelada de cana moída são produzidos de 30 a 40 kg de torta quando se utiliza o filtro rotativo, e de 20 a 25 kg de torta quando se utiliza o filtro prensa. É um composto orgânico rico em matéria orgânica, cálcio, nitrogênio e potássio, além do fósforo, com composições variáveis dependendo do cultivar da cana e da sua maturação. O modo de aplicação do produto é testado de diferentes formas, desde a aplicação da área total até nas entrelinhas ou nos sulcos de plantio.

Para Rossetto e Santiago (2015), com o uso da torta de filtro, que contém cerca de 70% a 80% de umidade, aplicada no sulco de plantio, é possível plantar a cana-de-açúcar mesmo no período de estiagem, porque a torta fornece a umidade necessária para a brotação. Se ainda for feita fertirrigação com vinhaça, ou mesmo irrigação, o plantio da cana-de-açúcar pode ocorrer praticamente o ano todo.

A utilização de resíduos da indústria sucroalcooleira e a prática de mantê-los no solo como fertilizantes podem solucionar parcialmente alguns problemas gerados pela destinação de resíduos, em benefício da sustentabilidade da produção (PINA et al., 2015, p.2).

1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar se a aplicação de torta de filtro no sulco de plantio, favorece a brotação da cana de açúcar no ciclo de inverno.

1.2 HIPÓTESE

A hipótese deste trabalho, é de que o efeito da aplicação de torta de filtro no sulco de plantio, favorece a brotação da cana planta de inverno, garantindo assim, maior longevidade do canavial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CANA DE AÇÚCAR

A cana-de-açúcar é uma planta perene e própria de climas tropicais e subtropicais (FIGUEIREDO, 2010, p. 40), a cana-de-açúcar pertence à família *Poaceae* e ao gênero *Saccharum*, abrangendo várias espécies. A grande maioria das cultivares comerciais de cana-de-açúcar cultivadas atualmente é híbrida. A cultura é, atualmente, a principal fonte de açúcar do mundo, sendo responsável por aproximadamente 80% de todo o fornecimento mundial (MAIA, 2019, p.3).

A cana-de-açúcar é atualmente uma das culturas mais importantes no cenário socioeconômico nacional por ser a principal matéria-prima utilizada pela indústria sucroalcooleira para a produção de açúcar e etanol (SANTOS, 2012, p.4).

A cultura pode ser plantada em três épocas diferentes: sistema de ano (cana de 12 meses), sistema de ano e meio (cana de 18 meses) e plantio de inverno (atrelado ao uso de torta de filtro, fertirrigação com vinhaça ou irrigação) (GUERRA, 2016, p.18).

O processamento da cana-de-açúcar para atender a demanda do mercado interno e externo por açúcar e etanol gera diversos subprodutos, os quais contém características físico-químicas distintas entre si. Em média para cada tonelada de cana processada (moída ou esmagada), obtêm-se: 71 quilos de açúcar e 42 litros de etanol e ainda 10 a 40 kg de torta de filtro, 800 a 1000 litros de vinhaça e 260 kg de bagaço de cana, que são subprodutos (FERREIRA, 2009).

2.2 TORTA DE FILTRO

De acordo com Santos (2012, p. 5) a torta de filtro é um resíduo composto da mistura de bagaço moído e lodo da decantação sendo proveniente do processo de tratamento e clarificação do caldo da cana-de-açúcar. Para cada tonelada de cana moída são produzidos de 30 a 40 kg de torta quando se utiliza o filtro rotativo, e de 20 a 25 kg de torta quando se utiliza o filtro prensa. É um composto orgânico rico em matéria orgânica, cálcio, nitrogênio e potássio, além do fósforo, com composições variáveis dependendo do cultivar da cana e da sua maturação. O modo de aplicação do produto é testado de diferentes formas, desde a aplicação da área total até nas entrelinhas ou nos sulcos de plantio.

Uma das práticas aplicadas na cana-de-açúcar é o uso de torta de filtro, subproduto industrial, como fertilizante. Muitas são as informações do valor da torta de filtro na nutrição da cana-de-açúcar que, além de propiciar melhores condições para a brotação da cana-de-açúcar, proporciona aumento substancial na produção. Para aumentar a eficiência da adubação fosfatada em lavouras de cana-de-açúcar, com a conseqüente redução das doses empregadas, recomenda-se utilizar um carregador orgânico, como a torta de filtro, para proteger o fósforo da fixação (SANTOS, 2012, p. 5).

A torta possui um alto valor nutricional para a cultura da cana e no primeiro corte a aplicação traz um retorno de produtividade do canavial, pois o solo onde é depositado o adubo recebe os nutrientes que são gradativamente liberados pelo composto. Outro fator positivo é a característica do composto orgânico reter água e desta forma manter a umidade onde foi aplicada no solo (FERNANDES, 2012, p. 40).

Segundo Santiago e Rossetto (2009), a torta de filtro é constituída de cerca de 12 a 18 g kg⁻¹ de fósforo e cerca de 70% de umidade, que é importante para garantir a brotação da cana em plantios feitos em épocas de inverno na região Sul e Sudeste. A torta também apresenta alto teor de cálcio e consideráveis quantidades de micronutrientes. Ainda segundo os mesmos autores, praticamente 50% do fósforo da torta pode ser considerado como prontamente disponível.

Korndörfer (2004) relata que a torta de filtro pode substituir todo fósforo requerido pela cana-de-açúcar com dosagem da ordem de 20 t ha⁻¹ (massa fresca), podendo proporcionar alterações significativas nos atributos químicos do solo, aumentando a disponibilidade de cálcio, nitrogênio e fósforo e os teores de carbono orgânico do mesmo, bem como na melhoria das propriedades físicas do solo, aumentando a sua capacidade máxima de retenção de água.

De acordo com Silva (2007) o volume desse material, produzido por safra, em uma única unidade industrial, pode ser suficiente para se plantar de 1.000 a 1.500 hectares. Admitindo-se um nível de adubação de 52 kg ha⁻¹ de P, isso equivaleria a uma redução em torno de 52 a 77 t de P ano⁻¹, além da economia com o nitrogênio da cana-planta, pois a dosagem de 20 t de composto por hectare fornece uma quantidade superior a 60 kg ha⁻¹ desse nutriente.

2.3 AVALIAÇÃO DE FALHAS

Na agricultura, falhas são espaços vazios sem colmos nas linhas de cana de açúcar, sendo sua ocorrência associada à diminuição da produtividade. Na implantação da cultura é dada grande importância a falhas de brotação, ou seja, no seu plantio, outros fatores até a colheita, como o tipo e estado da lâmina de corte das colhedoras, provocam danos às soqueiras. Assim, ervas invasoras,

estiagem, baixa temperatura na época de plantio, ataque de pragas subterrâneas de rizoma, pisoteio das soqueiras provocam falhas, sendo importante o desenvolvimento de técnicas para a quantificação (BARROS, 2018, p. 16).

A metodologia clássica de identificação e mensuração de falhas na lavoura de cana de açúcar é feita por agricultores a partir de levantamento manual. A amostragem é realizada a partir de 90 dias após o plantio, no momento que a cultura já está estabelecida. É considerada uma falha, a projeção da distância entre dois colmos consecutivos ao longo da linha de cana, distância essa, maior que 50 cm, medida de centro a centro do plantio ao nível do solo. Para estabelecermos estatisticamente o índice de percentual de falhas, basta somar o comprimento total de falhas maiores que 0,5 m em um trecho de linha de cana e dividir pelo comprimento do trecho considerado x 100. Recomenda-se medir um total mínimo de cerca de 200 m de linha por talhão (10 ha) dividido em quatro amostras 19 de 50 m, podendo aumentar as repetições para esse total (8 ou 10 amostras de 20 m) (STOLF et al., 2016).

Essa metodologia é muito trabalhosa e pouco confiável, já que pode existir grande variabilidade dentro do talhão e a amostragem não ser representativa.

2.3.1 Classificação digital de imagens

De acordo com Dainese (2001), a classificação digital de imagens consiste no estabelecimento de um processo de decisão no qual um grupo de pixels é definido como pertencente a uma determinada classe ou um tema que descreve um objeto no mundo real. A classificação é dividida nos seguintes passos: Seleção de feições de interesse, escolha do método padrão de comparação, ou seja, a classificação propriamente dita e a determinação da exatidão do mapa gerado.

O método de classificação é dito supervisionado quando existe um conhecimento prévio de algumas áreas em que se deseja trabalhar. É um método amplamente utilizado em estudos de mapeamento e avaliação das mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo. Entre os métodos de classificação supervisionada de imagens, o algoritmo da máxima verossimilhança (Maxver) está entre uma das metodologias mais aplicadas a estudos de caracterização, mensuração e monitoramento de áreas florestais e agrícolas. São utilizadas amostras previamente selecionadas para o treinamento do classificador (BARROS, 2018, p. 22).

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERÍSTICAS DO LOCAL

O trabalho foi conduzido no município de Jaú, interior do estado de São Paulo. O clima predominante da região é o Aw (Köppen), seco definido nos meses de inverno, temperatura média anual de 21,6°C, com umidade relativa média mensal de 70%, com extremos de 99% em fevereiro e 19% em agosto. A média pluviométrica anual é de 1.344 mm. A unidade experimental possui declividade média de 6% e altitude de 539 metros. O solo foi classificado como Latossolo Médio Arenoso, com percentual de argila variando entre 15 a 25%.

3.2 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo foi realizado dia 10 de março de 2020, com uma grade pesada, uma grade intermediária e uma subsolagem.

A sulcação da área experimental foi realizada à profundidade de 30 cm. A adubação de plantio foi realizada de acordo com a análise do solo:

- Nas parcelas que não receberam torta de filtro no sulco de plantio, foi aplicado a formulação 10-30-20 na proporção de 500 kg/ha;

- Nas parcelas que receberam a torta de filtro, foi aplicada a formulação 00-18-36 na proporção de 300 kg/ha. A torta de filtro foi distribuída ao longo do sulco na dosagem de 20 ton/ha.

O plantio manual foi realizado dia 05 de abril de 2020, em espaçamento alternado (0,9x1,5), adotando o ciclo de inverno para uma cana de 12 meses. As cultivares de cana-de-açúcar escolhidas para a realização do experimento foram: RB966928, CTC9001 e RB855156. Na distribuição das mudas utilizou-se a densidade de 15 a 18 gemas por metro de sulco.

3.3 MARCAÇÃO DE FALHAS

A marcação de falhas foi realizada por meio de imagem VANT. O equipamento utilizado para mapeamento da área, foi um Arator 5A. O voo foi realizado respeitando o período ideal após o plantio. O porte do canavial para marcação de falhas, deve estar entre 0,8 a 1,2 m, caso contrário, a qualidade da marcação de falha ficará comprometida (subestimando ou superestimando a falha). O atingimento desse

porte, para o plantio de inverno, está em torno de 4 a 5 meses após o plantio, podendo ter variação decorrente de intempéries climáticas.

Com posse da imagem VANT, seguiu-se com a classificação supervisionada da imagem. Para área de estudo, foram discretizados os elementos presentes na área, compreendendo de solo exposto e vegetação (cana de açúcar). Foram definidas 2 classes para a extração das informações: Classe 1: Solo exposto, Classe 2: Vegetação (cana de açúcar). Para cada classe foram coletadas 20 amostras na imagem. Somente falhas acima de 30 cm foram contabilizadas. Para a análise de falhas, foi considerado uma tolerância 15 cm a partir da projeção da copa da cana, como apresenta a Figura 1, abaixo.

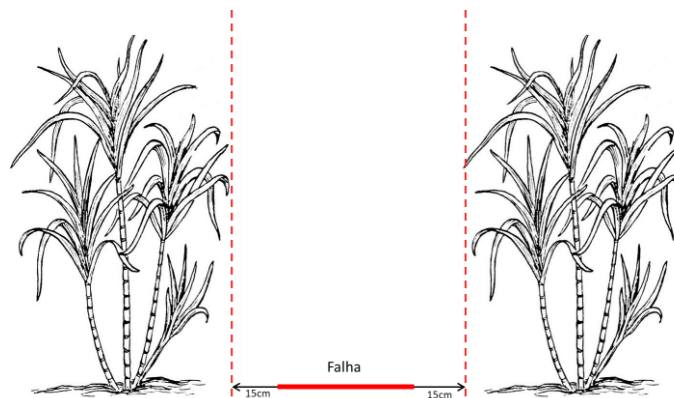


Figura 1. Exemplo de marcação de falhas.

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema fatorial 2x3, onde o primeiro fator é a aplicação ou não de torta no sulco de plantio e o segundo fator são as três variedades, com 10 repetições, totalizando 60 parcelas.

Cada parcela experimental foi composta por 10 linhas de 35 metros de comprimento, considerando bordadura (Figura 2). A área total de cada parcela é de 367,5 m² (0,0367 ha).

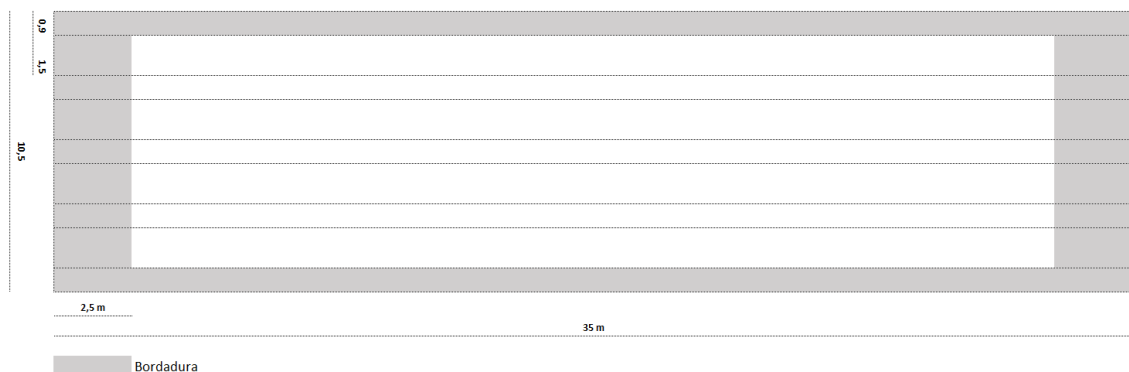


Figura 2. Esquema da parcela experimental.

O software utilizado para análise estatística foi o Action Stat versão 3.7 (Portal Action).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O voo foi realizado dia 16 de outubro, 194 dias após o plantio (6 meses e 11 dias). Devido à estiagem que ocorreu a partir de abril, houve atraso na brotação e, conseqüentemente, atraso no atingimento do porte ideal para marcação de falha, que deve ser entre 0,8 a 1,20 metro, para não subestimar ou superestimar o percentual de falha. A Figura 3 apresenta a marcação a campo do porte adequado para voo. Olhando a imagem, a altura total da cana está maior que 1 metro, mas a marcação deve referenciar a altura aproximada de onde as folhas começam a dobrar, que está por volta de 1 metro.



Figura 3. Leitura a campo do porte ideal para voo com VANT
Fonte: O Autor (2020)

Após o voo da área de estudo, as imagens foram processadas, pelo software *PhotoScan* da *Agisoft*. De forma simplificada, o software tem a função de “unir” as imagens, formando um mosaico. Ele utiliza pontos homólogos das imagens de forma a criar um modelo tridimensional. A Figura 4 apresenta uma imagem da área de estudo.



Figura 4. Imagem VANT da área de estudo.

Fonte: O Autor (2020)

A partir da obtenção da imagem VANT, algumas etapas foram cumpridas, como apresentado abaixo:

4.1 CÁLCULO DO PERCENTUAL DE FALHAS

Abaixo está apresentado os resultados dos processamentos até a obtenção do percentual de Falhas. As etapas foram exemplificadas por meio de um recorte da imagem.

- a) A primeira parte do processo de obtenção das falhas, foi a geração das linhas centrais do plantio. As linhas centrais foram geradas a partir do software *InfoRow*, que extrai o índice de verde da imagem, distinguindo cana de solo. O algoritmo do software se baseia no distanciamento das entrelinhas, reconhecendo o paralelismo entre elas (Figura 5).

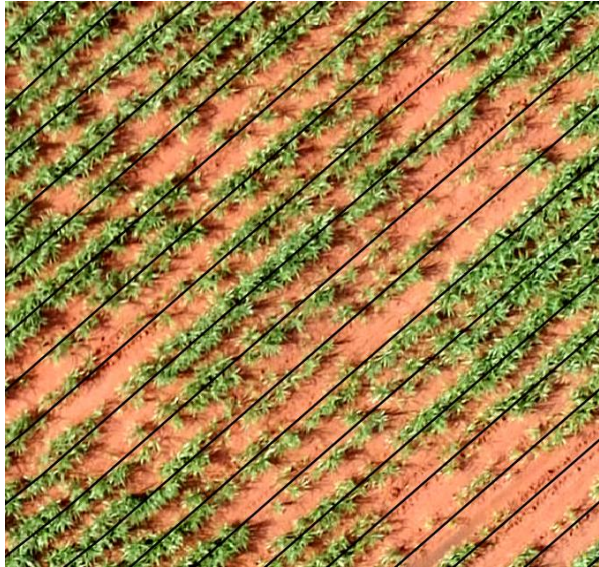


Figura 5. Geração das linhas centrais

Fonte: O Autor (2020)

- b) A partir das linhas centrais, obtidas pelo *InfoRow*, foi utilizado o software *QGIS* versão 3.10.3 para gerar um “*buffer*” de 45 cm para cada lado. Essas linhas representam o meio da linha plantada de cana (Figura 6). É a partir delas que a falha foi identificada. O software *QGIS* também foi utilizado para os processamentos seguintes.

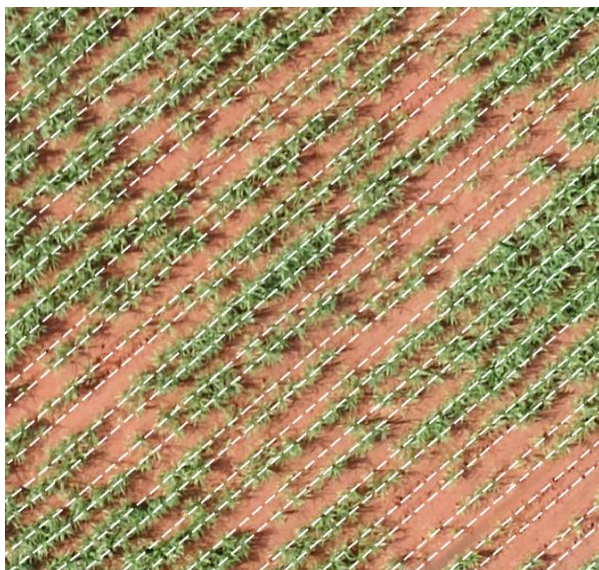


Figura 6. Geração das linhas de plantio

Fonte: O Autor (2020)

c) A classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança foi usada para extrair as feições de vegetação e solo exposto. Para a classificação, foram selecionadas 20 amostras de vegetação, para caracterização da cana de açúcar e 20 amostras de solo exposto, para caracterização das falhas. A partir dessas amostras o algoritmo reconheceu os padrões da imagem e a classificou, como apresenta a Figura 7, abaixo. Em branco, está representada a cana de açúcar e em preto, o solo exposto.



Figura 7. Classificação Supervisionada (vegetação e solo exposto)
Fonte: O Autor (2020)

d) Subtraindo as linhas de cana (item c) da classificação supervisionada (acima), foi possível identificar as regiões sem cana, caracterizando uma falha (Figura 8).

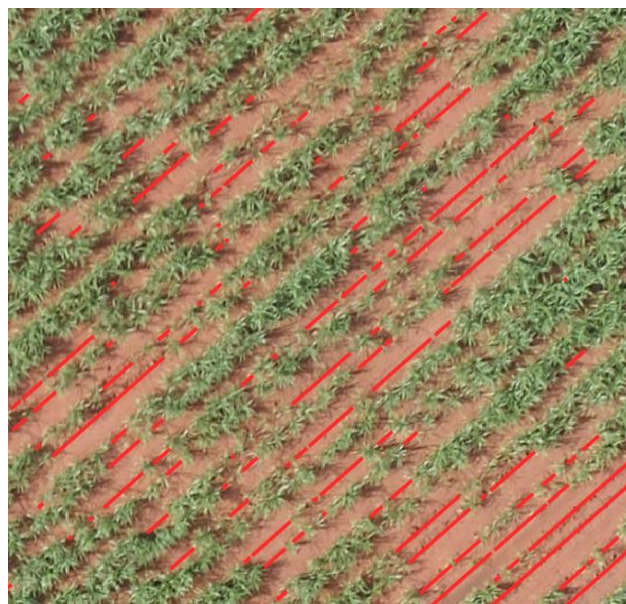


Figura 8. Caracterização das Falhas
Fonte: O Autor (2020)

A partir disso, foi possível somar o comprimento das linhas de falhas. O cálculo do percentual de falha de cada parcela, se deu pela equação abaixo:

$$\frac{\sum \text{Linhas de Falhas}}{\sum \text{Linha de Cana}} * 100$$

4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir do cálculo de Falhas das 60 parcelas da área experimental, foi realizado as análises estatísticas. Para testar a normalidade de distribuição dos dados, foi realizado os testes de *Anderson Darling*, *Kolmogorov Smirnov*, *Shapiro Wilk* e *Ryan Joiner*, como segue o Quadro1, abaixo:

Quadro1. Testes de normalidade do conjunto de dados.

Testes de Normalidade		
Testes	Estatísticas	P-valores
Anderson - Darling	181,982	0,0
Kolmogorov - Smirnov	0,202	0,0
Shapiro - Wilk	0,688	0,0
Ryan - Joiner	0,829	0,0

Fonte: O Autor (Action Stat)

Como os P-valores são menores que 5%, para todos os testes, rejeitamos a hipótese de normalidade. Assim, com nível de confiança de 95%, temos evidências de que os dados não seguem uma distribuição normal. Sendo assim, devemos adotar análises não-paramétricas para análise do conjunto de dados.

O teste de *Kruskal-Wallis* é o análogo ao teste F utilizado na ANOVA. Enquanto a análise de variância dos testes depende da hipótese de que todas as populações em confronto são independentes e normalmente distribuídas, o teste de *Kruskal-Wallis* não coloca nenhuma restrição sobre a comparação (PORTAL ACTION, 2020).

Foi realizada a comparação das parcelas com aplicação de torta no sulco de plantio, com aquelas não recebam torta. Pelo resultado abaixo, pode-se verificar que a torta apresentou efeito positivo na redução da ocorrência de Falhas (Quadro 2). Como o P-valor = 0,026 (menor que 5%), rejeitamos a hipótese nula de que, em média, a aplicação de torta no sulco não causa efeito na redução das Falhas. Concluímos, assim, que a aplicação de torta reduziu as Falhas para o plantio de Inverno da área de estudo, desconsiderando a abertura por variedade.

A mediana das áreas que receberam torta, apresentou 2,3% a menos de falhas.

De acordo com Rossetto e Santiago (2015) a concentração da torta de filtro é constituída de cerca de 1,2 a 1,8% de fósforo e cerca de 70% de umidade, que é importante para garantir a brotação da cana em plantios feitos em épocas de inverno nas Região Sul e Sudeste. Segundo os mesmos autores, a torta também apresenta alto teor de cálcio e consideráveis quantidades de micronutrientes.

Quadro 2. Teste de comparação múltipla

<i>Teste de Kruskal-Wallis</i>	
<i>Informação</i>	<i>Valor</i>
Kruskal-Wallis qui-quadrado	8,264887338
Graus de Liberdade	1
P-valor	0,026072801

<i>Tabela dos Agrupamentos</i>		
<i>Tratamentos</i>	<i>% falha (Mediana)</i>	<i>Estatística</i>
Sem torta	5,9	a
Com torta	3,6	b

Fonte: O Autor (Action Stat)

Sabendo-se que a torta no sulco do plantio, proporciona uma redução significativa na ocorrência das Falhas, foi realizada a abertura entre as três variedades plantadas no experimento (RB966928, RB855156 e CTC9001). De acordo com o quadro 3, pode-se verificar que não houve diferença estatística entre as variedades que receberam torta no sulco de plantio. A mesma conclusão é para a comparação entre as variedades que não receberam a torta. Concluímos, assim, que a variedade não influenciou na ocorrência de falhas.

Quadro 3. Teste de comparação múltipla entre as variedades

<i>Teste de Kruskal-Wallis</i>	
<i>Informação</i>	<i>Valor</i>
Kruskal-Wallis qui-quadrado	80,82177977
Graus de Liberdade	5
P-valor	5,64811E-16

<i>Tabela dos Agrupamentos</i>		
<i>Tratamentos</i>	<i>% falha (Mediana)</i>	<i>Estatística</i>
Não_RB966928	6,7	a
Não_RB855156	5,7	ab
Não_CTC9001	5,4	ab
Sim_RB855156	3,7	c
Sim_RB966928	3,6	c
Sim_CTC9001	3,4	c

Fonte: O Autor (Action Stat)

Santos (2016) trabalhando com mudas pré brotadas e substratos da indústria canavieira, concluiu que, a utilização de torta e bagaço promoveram o maior desenvolvimento e produção de biomassa.

Os pesquisadores Pina et al. (2015) trabalhando com resíduos orgânico como a cama de frango, vermicomposto, torta de filtro e vinhaça associados a adubação básica de NPK, no enraizamento e produtividade da cana de açúcar, verificaram que, a utilização de torta no sulco obteve o maior enraizamento e produtividade, dentre os resíduos orgânicos avaliados, tanto para o 1° quanto para o 2° corte.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O método de classificação supervisionada apresentou resultados coerentes quando analisado a marcação de falhas sobreposta na imagem do VANT;
- A aplicação da torta de filtro no sulco do plantio reduziu a ocorrência de falhas;
- As variedades RB966928, RB855156 e CTC9001 não foram influentes na ocorrência das falhas.

REFERÊNCIAS

BARROS, José Érico do Nascimento. **Análise de Falhas no cultivo de cana de açúcar a partir de imagens de aeronave remotamente pilotada**. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Cartografia e Sistemas de Geoinformação) Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra Brasileira: Cana de Açúcar, 2020. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar>> Acesso em 01 de junho de 2020.

DAINESE, Renata Cliene. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicado ao estudo temporal do uso da terra e na comparação entre classificação não supervisionada e análise visual**. 2001. 186 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 2001.

FERNANDES, Michael da Silva. **Avaliação da periculosidade e da secagem da torta de filtração em uma usina de açúcar e etanol**. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnologias, Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2012.

FIGUEIREDO, Pery. **Breve história da cana-de-açúcar e do papel do instituto agrônômico no seu estabelecimento no Brasil**. In: DINARDO MIRANDA, L., L; VASCONCELOS A. C. M., LANDELL, M. G. A. Ed. Cana-de-açúcar, Instituto Agrônômico de Campinas, 2010. p.31-44.

GUERRA, Henrique Pose. **Decomposição de palha da cana de açúcar e as relações com atributos químicos e físicos do solo**. 2016. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016.

KORNDÖRFER, G. H. Fósforo na cultura da cana-de-açúcar. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Eds.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2004. p. 290-306.

MAIA, Felipe Cardoso de Oliveira. **Utilização de índices de vegetação para identificação de ambientes de produção de cana de açúcar**. 2019. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília, 2019.

NETO, Jorge Baracat. **Desenvolvimento e produção da cana de açúcar em função do propágulo utilizado**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PINA, J. C.; BONO, J. A. M.; OLIVEIRA, A. K. M.; RUFINO, R. S.; AMORIM, D. O.. **Resíduos gerais no enraizamento e produtividade da cultura de cana-de-açúcar em solo Neossolo Quartzarênico órtico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – julho 2015, v. 19, n. 7.

PORTAL ACTION. 4-Teste de Kruskal Wallis, 2020. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/tecnicas-nao-parametricas/teste-de-kruskal-wallis#:~:text=O%20teste%20de%20Kruskal%2DWallis%20%C3%A9%20o%20an%C3%A1logo%20ao%20teste,nenhuma%20restri%C3%A7%C3%A3o%20sobre%20a%20compara%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 15 de outubro de 2020.

ROSSETTO, R.; SANTIAGO, A. D. **Árvore do conhecimento: cana-de-açúcar: plantio**. Brasília, DF: Agência Embrapa de Informação tecnológica, 2015. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html#:~:text=A%20torta%20%C3%A9%20empregada%20principalmente,de%20P2O5 . Acesso em: 01 de junho de 2020.

SANTIAGO, A. D.; ROSSETTO, R. **Adubação: resíduos alternativos**. 2009. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html> . Acesso em: 02 de junho de 2020.

SANTOS, Diego Henrique. **Efeito residual da adubação de plantio com torta de filtro e fosfato solúvel na produtividade e qualidade da cana de açúcar**. 2012. 97 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

SANTOS, Lidiane de Sousa. **Mudas pré-brotadas de cana-de-açúcar utilizando subprodutos da indústria canavieira como substrato**. 2016. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologias Goiano, Rio Verde, 2016.

SILVA, E. T. **Análise de crescimento e produtividade de duas variedades de cana-de-açúcar (Saccharum spp) influenciadas por doses de fósforo**. 2007. 40 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2007.

STOLF, R; GARCIA, T. B.; NERIS, L. O.; TRINDADE JUNIOR, O.; REICHARDT, K. **Avaliação de falhas em cana de açúcar segundo o método de Stolf utilizando imagens aéreas de alta precisão obtidas por VANT**. STAB – Março/Abril 2016, v. 34, n. 4.