

DEPOSIÇÃO TRANSVERSAL DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO SOB DIFERENTES REGULAGENS DO DISTRIBUIDOR CENTRÍFUGO

Victória Ferreira Guaratti ⁽¹⁾ *, *Fernando César Bauer* ⁽²⁾

RESUMO

Os distribuidores centrífugos são usados para aplicar corretivos, sendo que a angulação das aletas influencia a distribuição do produto. A avaliação adequada desses distribuidores é fundamental para garantir eficiência e precisão na distribuição dos produtos agrícolas; diante disso, o objetivo desse trabalho foi comparar a distribuição transversal de calcário analisando a faixa de aplicação e deposição em função de diferentes regulagens das aletas do distribuidor. O experimento foi realizado em fevereiro de 2023 na Fazenda Experimental da Ressacada, em Florianópolis/SC, utilizando um distribuidor DCA 2500-50 acoplada a um trator Massey Ferguson 4291 TDA. Foram realizados 3 tratamentos com diferentes posicionamentos das aletas nos discos do distribuidor e 3 repetições em cada. Após determinação de velocidade e vazão, a faixa de aplicação dos tratamentos foi analisada por meio de coleta e pesagem das 15 bandejas. Conclui-se que as condições climáticas juntamente com as limitações do distribuidor e da metodologia junto à granulometria do calcário desempenham um papel significativo na uniformidade dos perfis de distribuição de calcário na prática. Embora não tenha sido observada diferença significativa na deposição transversal entre os tratamentos, houve diferença significativa na deposição transversal entre os coletores, indicando que a distribuição não foi uniforme dentro de cada faixa de aplicação.

Palavras-chave: produtividade, correção de solo, mecanização agrícola.

- (1) Acadêmica do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. *Autora correspondente, e-mail: victoriagaratti@gmail.com
- (2) Professor Associado, Depto de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

ABSTRACT

Centrifugal spreaders are used to apply soil amendments, and the angulation of the vanes influences the distribution of the product. Proper evaluation of these spreaders is crucial to ensure efficiency and precision in agricultural product distribution. Therefore, the objective of this study was to compare the transversal distribution of limestone by analyzing the application range and deposition in relation to different adjustments of the distributor's vanes. The experiment was conducted in February 2023 at Fazenda Experimental da Ressacada in Florianópolis, Santa Catarina, Brazil, using a DCA 2500-50 distributor attached to a Massey Ferguson 4291 4WD tractor. Three treatments with different vane positions on the spreader discs were tested, with three replicates each. After determining the speed and flow rate, the application width of the treatments was analyzed by collecting and weighing the contents of 15 trays. It can be concluded that weather conditions, along with distributor limitations and methodology, as well as limestone particle size, play a significant role in the uniformity of limestone distribution profiles in practice. Although no significant difference was observed in the transversal deposition between the treatments, there was a significant difference in transversal deposition among the collectors, indicating non-uniform distribution within each application range.

Keywords: productivity, soil correction, agricultural mechanization.

1. INTRODUÇÃO

A calagem é essencial para fornecer melhores condições ao sistema radicular na subsuperfície do solo, uma vez que este pode apresentar problemas em seu desenvolvimento quando há excesso de acidez nesse ambiente Raij (2011).

A necessidade de se efetuar a correção do solo ocorre porque em geral a saturação de bases dos solos brasileiros é baixa e locais que possuem índices de Al^{3+} em grandes quantidades apresentam limitações para os sistemas radiculares. Assim, foram desenvolvidas técnicas de calagem com objetivo de aumentar a absorção de potássio, que ocorre graças ao aumento do pH do solo. Sendo o cálcio um dos elementos mais absorvidos pela cultura, seus efeitos ocorrem em função da melhor distribuição das raízes no solo (ROSSETTO *et al.*, 2004 apud ALCÂNTARA, 2020).

De acordo com Milan & Gadanha Júnior (1996), há diversas maneiras de classificar os distribuidores de corretivos. Os equipamentos responsáveis por essa atividade são classificados pelo seu mecanismo de dosagem (volumétrico e gravimétrico)

e distribuição (centrífugo, inercial e por gravidade). Assim, a mecanização agrícola aliada a agricultura de precisão tem a missão de aplicar a quantidade de insumo recomendada no local desejado de maneira uniforme e na dose indicada. Para áreas extensas são utilizadas máquinas com distribuição “a lança”.

Os distribuidores “a lança” são chamados assim devido a ação realizada pelas aletas que arremessam o produto com auxílio da força centrífuga dos discos. Portanto, são distribuidores centrífugos. Para que seja possível a automação desse equipamento é preciso considerar o que pode influenciar no percurso da distribuição do corretivo, como velocidade de rotação dos discos e altura, tamanho das aletas, local onde o produto cai para ser lançado, ou seja, manipulando esses fatores pode-se obter a otimização da qualidade da distribuição (MOLIN, 2020).

As aletas são responsáveis por influenciar os parâmetros de lançamento do corretivo em distribuidores centrífugos. Karpinski Júnior (2015) aborda como a posição radial das aletas pode afetar a distribuição de corretivos em distribuidores centrífugos. A posição radial das aletas influencia a largura de distribuição e a uniformidade da distribuição, evidenciado através dos testes realizados com diferentes posições radiais de aletas, demonstrando a relação direta entre a posição radial das aletas e os parâmetros de lançamento. Logo, a escolha da posição radial adequada das aletas é importante para garantir a eficiência e a precisão da distribuição de fertilizantes em solos agrícolas.

Züge (2021) também destaca a angulação das aletas como fator crucial para a qualidade da distribuição, embora a variação na rotação dos rotores possa afetar a uniformidade da distribuição, adversidade que pode ser compensada com ajuste na abertura da comporta. Por isso, a avaliação de mecanismos distribuidores deve considerar parâmetros como a uniformidade da distribuição, a precisão do dosador e a taxa de fluxo do produto, sendo de extrema importância a análise do desempenho desses mecanismos. Portanto, a avaliação adequada dos distribuidores é fundamental para garantir a eficiência e a precisão da distribuição de produtos agrícolas.

Diante do exposto, objetivou-se comparar a deposição transversal da operação analisando a faixa de aplicação e deposição de calcário em função de diferentes regulagens das aletas do distribuidor de corretivo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características da área

O experimento foi realizado no mês de fevereiro de 2023 na Fazenda Experimental da Ressacada, propriedade pertencente a Universidade Federal de Santa Catarina no município de Florianópolis. Encontra-se no bairro Tapera nas coordenadas 27° 41' 06.28" S; 48°32' 38.81" O.

O solo é majoritariamente arenoso, escuro devido aos altos índices de matéria orgânica, sendo sua presença vinculada ao lençol freático disposto em alto nível no local. Assim, perante a classificação estabelecida pelo Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2018) o solo da Fazenda Experimental da Ressacada é classificado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico.

Segundo Embrapa (2012), a região apresenta média anual de precipitação pluviométrica acumulada de 1467,8 mm, temperatura média anual de 20,5 °C e média anual da umidade relativa do ar de 82%. Pela classificação climática de Köppen o clima é classificado como subtropical, ou seja, possui verão com altas temperaturas, não possui estação seca e é característico úmido.

2.2 Características do corretivo

Visando maior precisão, o calcário utilizado foi selecionado de um único fabricante, Calcário Botuverá, de PRNT 75,25%. Granulometria do calcário conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Granulometria do calcário

Calcário Agrícola - Corretivo de Acidez	
CaO (Óxido de Cálcio)	28,50%
MgO (Óxido de Magnésio)	20,00%
Soma dos Óxidos	48,50%
P.N.	100,60%
PRNT	75,25%
Peneira 2,00 mm	100,00%
Peneira 0,84 mm	84,00%
Peneira 0,30 mm	53,00%
Umidade máx.	2,0%
Especificação da Natureza Física	Pó
Matéria-prima	Rocha Calcária

Fonte: autoria própria.

2.3 Condições climáticas

Através do termohigroanemômetro digital da marca Kestrel, modelo 3000 com precisão de $\pm 3\%$ da leitura foi verificada a velocidade do vento e temperatura antes da

execução de cada um dos três tratamentos, acompanhamento visando a qualidade da aplicação em função das características e exigências do produto.

2.4 Equipamentos

O equipamento utilizado para a distribuição do corretivo apresenta distribuição a lanço, sendo um distribuidor centrífugo DCA 2500-50, com capacidade de carga de 2.500 kg acoplada a um trator Massey Ferguson 4291 TDA com 77,3 kW (105 cv) de potência no motor. Este equipamento possui mecanismo dosador volumétrico de esteira e comporta e mecanismo distribuidor centrífugo com dois discos compostos por um prato e seis aletas cada. Foi abastecido com 350 kg de calcário e além dos ajustes específicos de cada tratamento também estava com a comporta no nível 10.

Figura 12 - Ajuste da comporta no nível 10



Fonte: autoria própria.

2.5 Tratamentos

Foram realizados 3 tratamentos com diferentes posicionamentos das aletas nos discos do distribuidor. Para cada tratamento foram realizadas 3 passadas. Os ajustes de cada tratamento foram:

T1: aletas posicionadas no furo central.

T2: aletas posicionadas nas extremidades opostas ao sentido de rotação dos discos.

T3: aletas posicionadas nas extremidades no sentido de rotação dos discos.

Figura 23 - Ajuste T1: aletas posicionadas no furo central



Fonte: autoria própria.

Figura 34 – Ajuste T2: aletas posicionadas nas extremidades opostas ao sentido de rotação dos discos



Fonte: autoria própria.

Figura 45 - Ajuste T3: aletas posicionadas nas extremidades no sentido de rotação dos discos



Fonte: autoria própria.

2.6 Determinação da velocidade

Para a aferição da velocidade operacional do conjunto foi essencial realizar um teste cronometrando o tempo gasto do trator para se deslocar em determinado espaço.

O local foi preparado dando preferência a um espaço plano e sem obstáculos para evitar interferências no desempenho do trator. Em seguida, foi marcada a distância de 50 metros do ponto inicial utilizando um marco como referência, sendo medido com trena. Com o cronômetro do celular em mãos, foi posicionado o trator no início da distância marcada alinhado de forma reta para iniciar o deslocamento. O cronômetro foi acionado quando o trator começou a se deslocar e percorrer os 50 metros marcados e

parado logo que a frente do trator ultrapassou a marca de 50 m. Por fim, para maior precisão foi realizada a repetição do teste a fim de minimizar variações, sendo a média o resultado da velocidade média do trator em metros por segundo.

2.7 Vazão

Devem ser realizados ensaios quanto a regularidade da vazão conforme mudanças da regulagem ou produtos. Para isso, deve-se abastecer o distribuidor, acionar o funcionamento e coletar o material no período estabelecido quando determinado a velocidade do conjunto. Após, é necessário pesar o material coletado para o cálculo da vazão.

Foram tiradas as correias dos discos para impossibilitar a rotação dos discos e estendido uma lona para a coleta do produto. Foi acionado o equipamento e promovida a vazão no tempo estabelecido pelo teste de velocidade. Em seguida, o produto disposto na lona foi transferido para um balde para que fosse possível a pesagem em uma balança de precisão 0,1 kg. O último procedimento foi calcular a vazão dividindo o peso total do produto coletado pelo tempo.

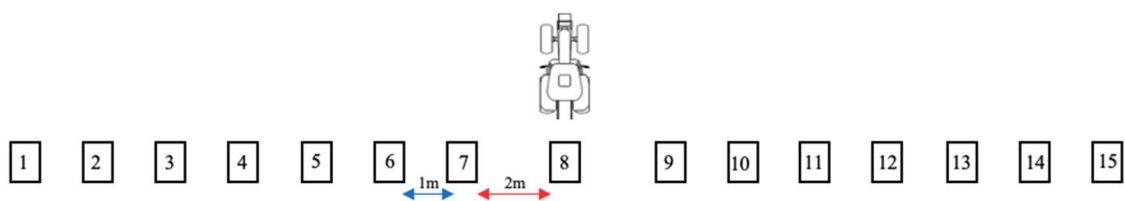
2.8 Determinação da faixa de aplicação

Após o abastecimento e regulagem do distribuidor foram utilizadas 15 bandejas coletoras de dimensões 45 cm x 30 cm para os ensaios, dispondendo-as de forma paralela ao eixo longitudinal do conjunto. Foram numeradas conforme suas posições, sendo dispostas uma a cada metro, exceto a bandeja número 8, que ficou posicionada de maneira alinhada à linha de centro do equipamento, posicionada a 2 m das bandejas adjacentes para permitir a passagem dos pneus. Após as passadas aplicando o produto, as bandejas com o material foram pesadas uma a uma em balança de precisão 0,001 g.

A partir dos dados obtidos na coleta e pesagem foi realizado a análise da faixa de aplicação através de histogramas considerando cada bandeja da média dos ensaios de cada tratamento. Foi considerado 100% para a bandeja de maior deposição de calcário e os demais percentuais foram calculados a partir dela. A largura de trabalho então foi determinada considerando como faixa de aplicação até as bandejas onde a deposição do produto foi de 50% daquilo depositado na bandeja central.

2.9 Croqui

Figura 56 – disposição e distância das bandejas



Fonte: autoria própria

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Determinação da velocidade

Considerando que o conjunto consumiu 28 s para percorrer 50 m, o cálculo da velocidade de deslocamento resultou em velocidade média de $6,4 \text{ km h}^{-1}$

3.2 Regularidade da Vazão

A quantidade do produto distribuída em 28 s foi de 83 kg de calcário, portanto, a vazão resultou em $177,86 \text{ kg min}^{-1}$; aproximadamente $0,2 \text{ ton ha}^{-1}$.

3.3 Condições climáticas

A Tabela 2 indica as condições climáticas coletadas precedente a execução de cada tratamento.

Tabela 2 - vento (km/h) e temperatura (°C) por tratamento

TRATAMENTO	VENTO (km/h)	Temperatura (°C)
1	2,8	26
2	5,8	27
3	3,8	29

Fonte: autoria própria.

3.4 Determinação da faixa de aplicação

A Tabela 3 indica os valores médios do peso em gramas do calcário coletado após as 3 repetições em cada tratamento.

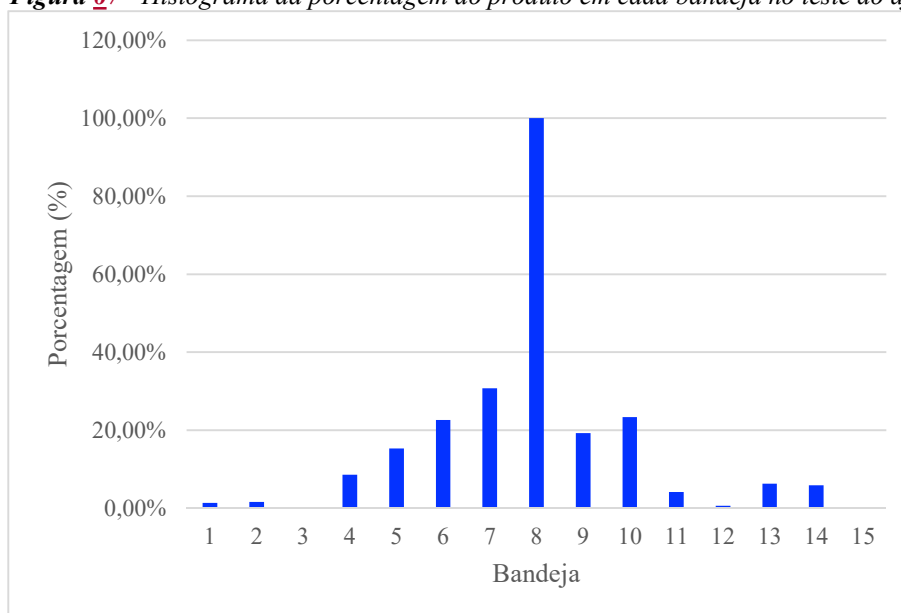
Tabela 3 - Médias dos pesos (em gramas) do produto coletado em cada tratamento em 15 bandejas

BANDEJAS	T1	T2	T3
1	0,77	2,70	0,87
2	0,94	0,00	0,00
3	0,00	3,83	0,00
4	5,03	5,97	6,85
5	9,00	1,07	1,80
6	13,33	2,40	5,77
7	18,10	9,63	23,03
8	58,87	71,50	51,50
9	11,33	10,77	25,83
10	13,73	2,53	22,07
11	2,43	0,77	7,10
12	0,37	1,90	3,27
13	3,70	1,53	2,80
14	3,47	0,33	0,00
15	0,77	0,33	0,00

Fonte: autoria própria.

A partir desses valores foi elaborado histogramas de cada tratamento para determinar a faixa de aplicação, considerando a bandeja central disposta na 8ª posição como referência.

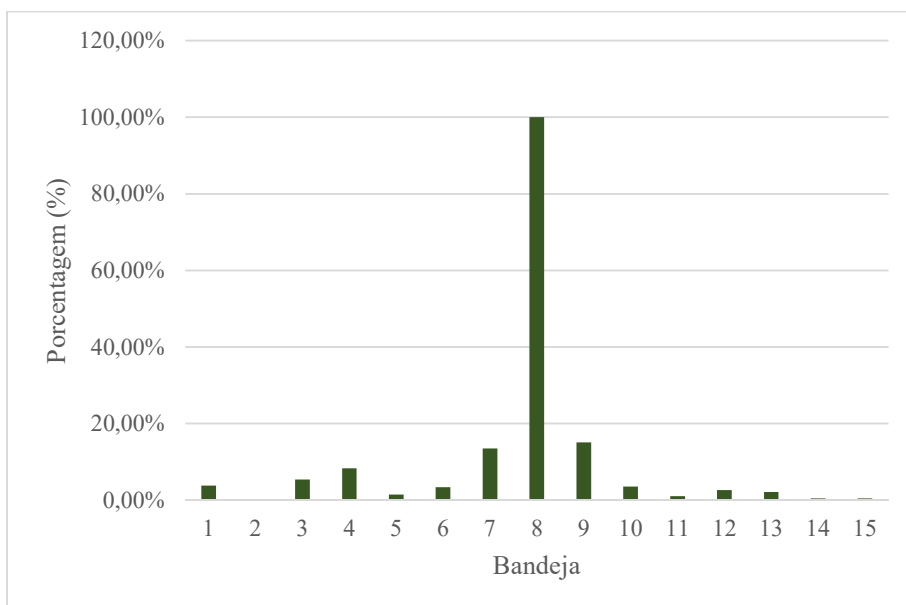
Figura 67 - Histograma da porcentagem do produto em cada bandeja no teste do ajuste T1



Fonte: autoria própria.

Conforme indicado pela Figura 7, para o tratamento 1 pode apenas ser considerada a bandeja central, portanto a faixa de aplicação é de 4m.

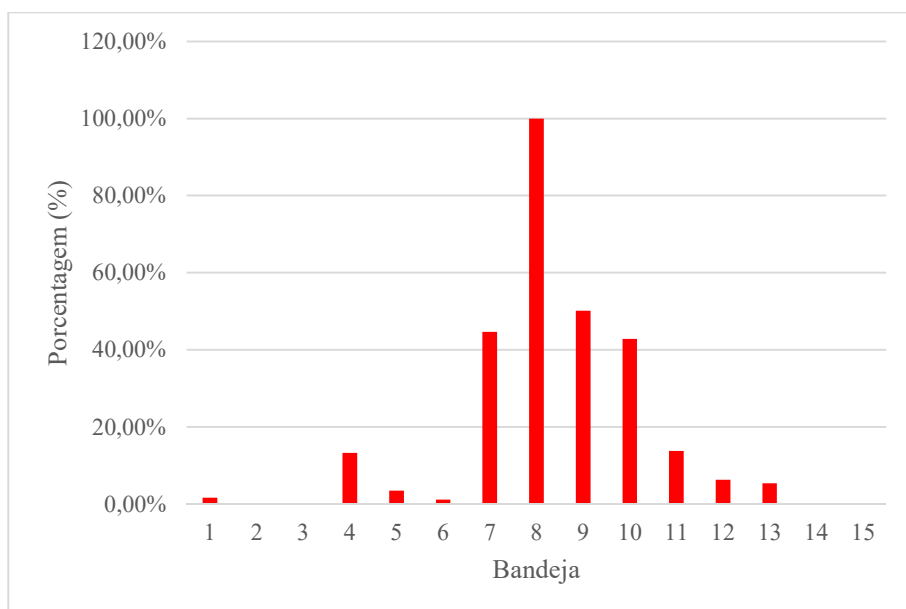
Figura 78 - Histograma da porcentagem do produto em cada bandeja no teste do ajuste T2



Fonte: autoria própria.

Na Figura 8, assim como na anterior, também apenas foi possível considerar a bandeja central, logo, também apresentando faixa de aplicação de 4m.

Figura 89 - Histograma da porcentagem do produto em cada bandeja no teste do ajuste T3



Fonte: autoria própria.

A Figura 9, diferente das anteriores, indicou ser possível considerar a bandeja 9 junto com a central. Portanto, a faixa de aplicação para esse tratamento é de 5 m. Observa-se que neste tratamento houve uma deposição significativamente maior nas bandejas 7, 9

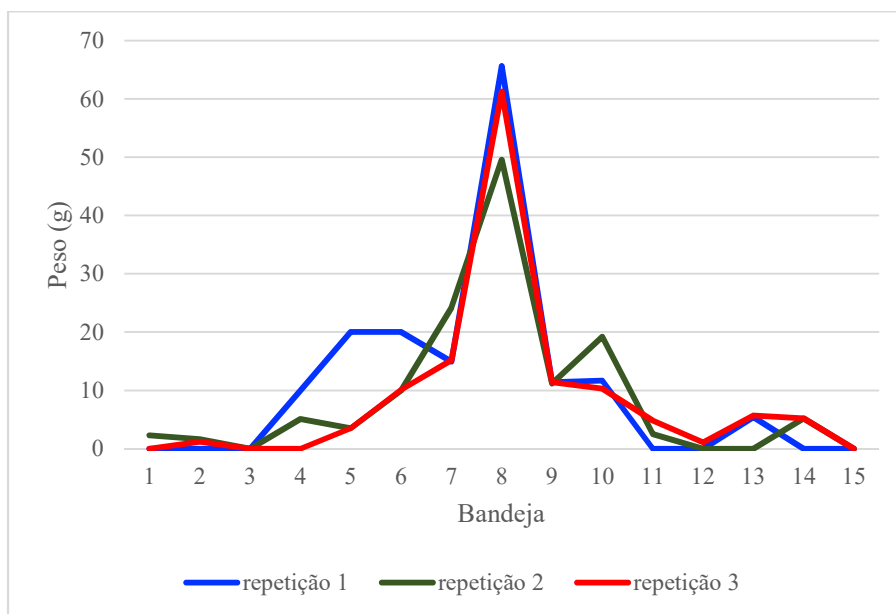
e 10. No entanto, possivelmente devido à influência do vento durante a aplicação, a distribuição foi assimétrica, com maior concentração de material à direita em relação à esquerda.

Os histogramas também são essenciais para a determinação do circuito das passadas que será adotado quando for realizar a operação para garantir a uniformidade da distribuição. Os circuitos mais comuns são o “contínuo” e o de “vai e vem”. Conforme Milan & Gadanha Júnior (1996), o circuito “contínuo” o lado esquerdo da faixa durante a passada seguinte sobrepõe o lado direito da passada anterior, enquanto no de “vai e vem” o lado direito da passada seguinte sobrepõe o lado direito da passada seguinte.

Comparar os histogramas possibilitou visualizar como em todos os ajustes o maior valor de deposição foi nas bandejas centrais, principalmente na bandeja posicionada na 8ª posição, localizada exatamente no alinhamento em que o conjunto passou por cima. Diferente do resultado obtido por Hauchy (2008), em que seus tratamentos 1 2 e 3 eram semelhantes respectivamente a T1, T3 e T2, os histogramas embora tenham apresentado maior direcionamento do produto ao centro em todos os perfis, demonstrou assimetria e perfis diferentes de distribuição de calcário.

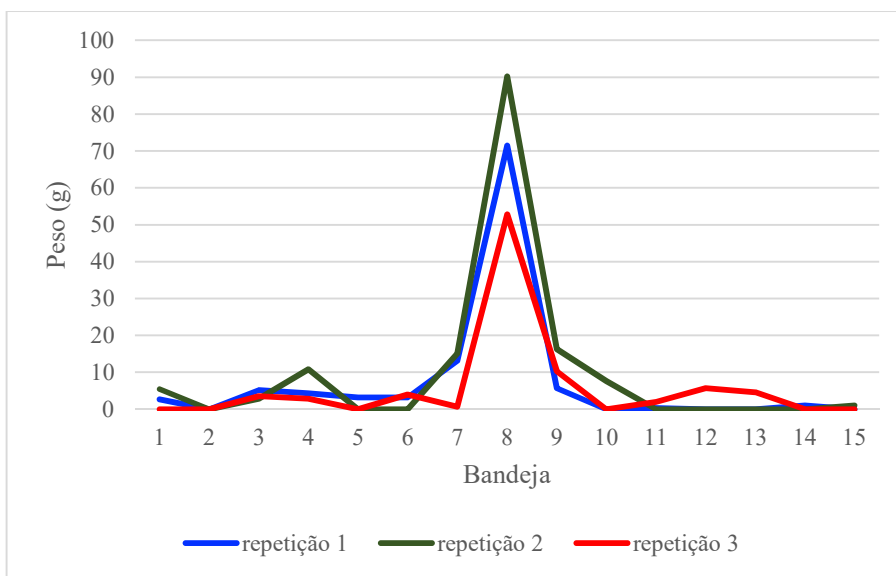
Através da tabela também foi possível observar que as bandejas localizadas em posições centrais dos ensaios foram as que apresentaram maior quantidade de calcário em todos os ajustes e conforme distanciamento do centro a quantidade foi diminuindo e até zerando. Mesmo assim, não foi regra que as bandejas da extremidade obtiveram saldos zerados, resultado que pode ser explicado através da oscilação da velocidade e direção do vento, granulometria do produto e limitações tanto do distribuidor quanto da metodologia de coleta de produto. Porém, para melhor visualizar os resultados obtidos foram elaborados gráficos para ilustrar a distribuição do calcário nas bandejas considerando as repetições de cada tratamento.

Gráfico 14: Tratamento 1 – Distribuição



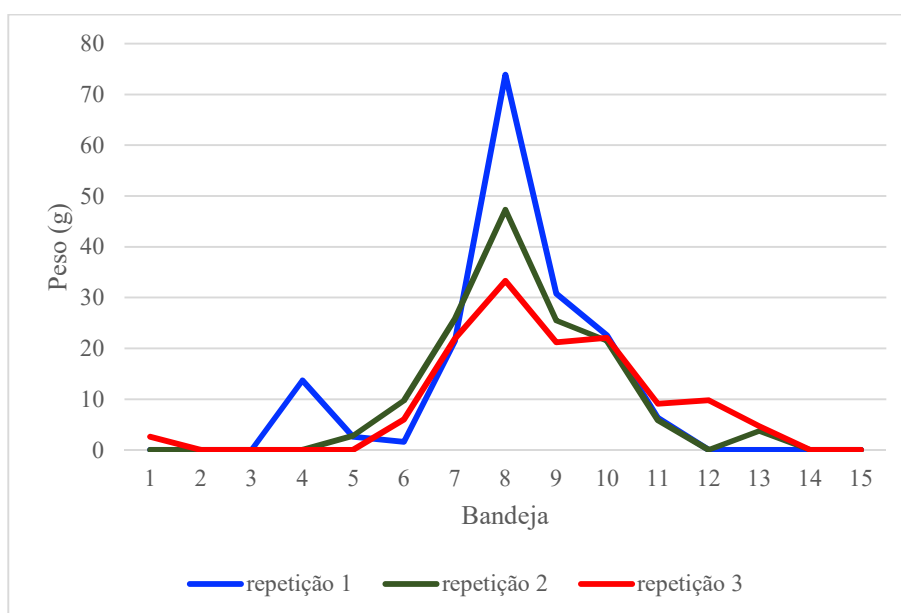
Fonte: autoria própria.

Gráfico 25: Tratamento 2 – Distribuição



Fonte: autoria própria.

Gráfico 36: Tratamento 3 - Distribuição



Fonte: autoria própria.

É possível observar que os perfis das repetições, mesmo com algumas oscilações, foram semelhantes, especialmente nas posições do centro. Considerando-se uma faixa de aplicação de 6 metros, em que as bandejas 6, 7, 8, 9 e 10 seriam selecionadas, o perfil das repetições dos tratamentos 2 e 3 estão quase idênticos, mudando apenas a quantidade de calcário depositado.

A análise dos gráficos de cada tratamento possibilitou a comparação da teoria com a prática. Em cenários ideais e sem interferências externas como proposto por Milan & Gadanha Júnior (1996), os ajustes do T1 resultariam em uma largura de distribuição média e distribuição do produto uniforme nessa faixa de aplicação. Porém, na prática o resultado mostrou expressiva deposição na bandeja central e uniformidade apenas em suas adjacentes. O T1 também foi o tratamento que mais demonstrou variações entre as repetições.

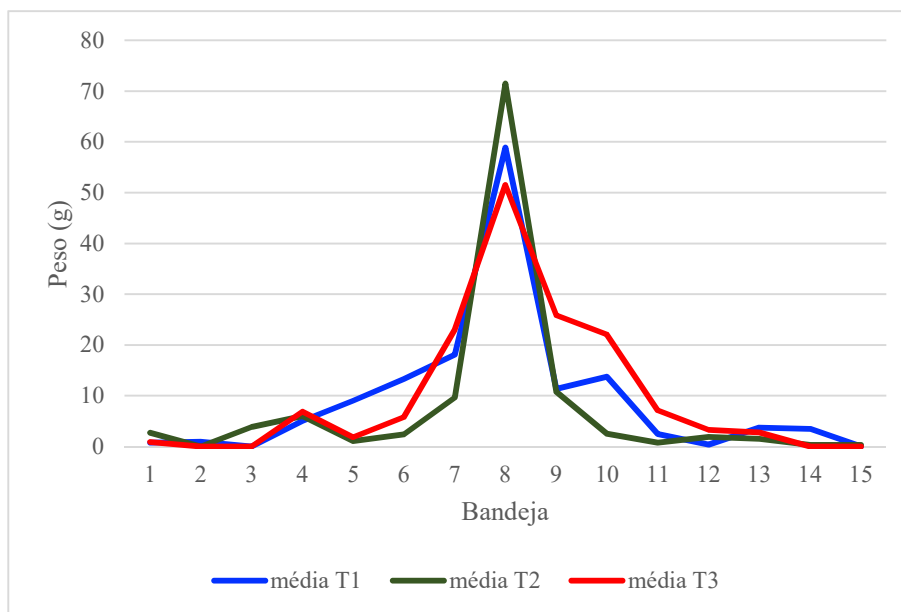
Já quanto aos ajustes do T2, os autores indicam que a faixa de distribuição seria menor e com maior depósito do produto nas porções mais centrais da faixa de aplicação e conforme indicado pelo gráfico deste tratamento todas as repetições foram fiéis ao que é proposto, tanto quanto a maior deposição de produto na bandeja central como quanto a menor faixa de aplicação, visto que apenas as primeiras bandejas adjacentes à bandeja central apresentaram quantidade de produto significativa, enquanto nos demais tratamentos a deposição se prologou além destas. Esse foi o tratamento que dentro de sua faixa útil de apresentou maior semelhança entre o perfil das repetições.

Por fim, Milan & Gadanha Júnior (1996) indica que para o T3 a largura da distribuição seria maior e de maior concentração do produto nas extremidades da faixa. Porém, a largura de distribuição não se mostrou expressivamente maior como o esperado, apenas 1m a mais que os demais tratamentos. O gráfico do T3 também se mostrou divergente quanto a disposição de produto, visto que este ajuste também resultou em maior deposição na bandeja central como os demais tratamentos e apenas o lado direito da aplicação as repetições apresentaram perfil aberto ao contrário do lado esquerdo, que apresentou queda constante.

3.5 Comparação de médias

Sobrepondo as médias de cada tratamento e as dispendo em um gráfico foi evidenciado as observações do tópico anterior.

Gráfico 47 - Médias dos tratamentos



Fonte: autoria própria.

3.6 Análise estatística

A Tabela 4 mostra a comparação das médias do peso em gramas de cada bandeja no tratamento 1.

Tabela 4 - médias do peso (g) de cada bandeja no Tratamento 1

BANDEJA	PESO (g)
8	58,87 a
7	18,10 b
10	13,73 bc
6	13,33 bc
9	11,33 bc
5	9,00 bc
4	5,03 bc
13	3,70 bc
14	3,47 bc
11	2,43 bc
2	0,94 c
1	0,77 c
12	0,37 c
3	0,00 c
15	0,00 c

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

É possível sustentar através dessa análise a diferença significativa de deposição de calcário na bandeja 8, vulgo bandeja central, que recebeu maior quantidade de produto. A Tabela 4 também é a comprovação estatística do histograma da porcentagem do produto em cada bandeja no teste do ajuste T1, representado pela Figura 7, pois ele apresenta precisamente a expressão das diferenças estatísticas indicadas pela tabela. No entanto, ao comparar a tabela com o “Gráfico 4: Tratamento 1 – Distribuição” nota-se que a análise estatística é essencial, uma vez que esse gráfico sugere uniformidade de deposição nas bandejas 7 e 9, mas a análise estatística comprova que não há diferença significativa entre as bandejas 4, 5, 7, 9, 10 e 11, e até entre as bandejas 13 e 14 por possível deslocamento de produto pelo vento.

A Tabela 5 mostra a comparação das médias do peso em gramas de cada bandeja no tratamento 2.

Tabela 5 - médias do peso (g) de cada bandeja no Tratamento 2

BANDEJA	PESO (g)
8	71,50 a
9	10,77 b
7	9,63 b
4	5,97 b
3	3,83 b
1	2,70 b
10	2,53 b
6	2,40 b
12	1,90 b
13	1,53 b
5	1,07 b
11	0,77 b
14	0,33 b
15	0,33 b
2	0,00 b

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

Essa tabela, assim como a anterior, também evidenciou a bandeja 8 ter apresentado maior quantidade de calcário, sendo a única neste tratamento a apresentar diferença significativa em relação às demais bandejas. Nessa, diferente da Tabela 4, não fica tão evidente a análise estatística expressada no histograma da “Figura 8”, pois mesmo que a bandeja central tenha indicado uma quantidade expressiva de calcário em relação às demais, o histograma não deixava claro se havia ou não diferença significativa entre as outras bandejas. Em relação ao “Gráfico 5”, a análise estatística segue evidenciando a maior deposição na bandeja 8, fundamentando Milan & Gadanha Júnior (1996), que sugerem que o ajuste utilizado no Tratamento 2 apresenta menor faixa de aplicação.

A Tabela 6 mostra a comparação das médias do peso em gramas de cada bandeja no tratamento 3.

Tabela 6 - médias do peso (g) de cada bandeja no Tratamento 3

BANDEJA	PESO (g)
8	51,50 a
9	25,83 b
7	23,03 bc
10	22,07 bcd
4	13,90 bcde
11	7,10 cde
6	5,77 de
12	3,27 e
13	2,80 e
5	1,80 e
1	0,87 e
2	0,00 e
3	0,00 e
14	0,00 e
15	0,00 e

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

Através da Tabela 6 é possível reafirmar o que já havia sido identificado no histograma da “Figura 9”, a deposição nas bandejas 7, 9 e 10 que não apresentaram diferença significativa entre si. A bandeja 4 também não apresenta diferença significativa em relação as bandejas 7, 9 e 10, evidenciado pela análise estatística. A tabela também ressalta a maior deposição na bandeja central.

Foi possível fazer a comparação dos tratamentos em cada bandeja, porém apenas as bandejas 7, 8, 9 e 10 apresentaram diferença de médias. A Tabela 7 mostra a comparação das médias do peso em gramas coletados na bandeja 7 em cada tratamento.

Tabela 7 - peso (g) de calcário coletado em cada tratamento na bandeja 7

TRATAMENTO	PESO (g)
3	23,03 a
1	18,10 ab
2	9,63 b

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

A Tabela 7 mostra que a bandeja posicionada na 7ª posição no tratamento 3 recebeu maior deposição de produto, condizente com discussões anteriores sobre esse ajuste possuir perfil mais largo. O produto coletado nessa bandeja no tratamento apresentou o menor peso, assegurando a teoria de que o produto se depositaria em maior quantidade no centro.

A Tabela 8 mostra a comparação das médias do peso em gramas coletados na bandeja 8 em cada tratamento.

Tabela 8 - peso (g) de calcário coletado em cada tratamento na bandeja 8

TRATAMENTO	PESO (g)
2	71,50 a
1	58,87 b
3	51,50 b

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

A tabela acima confirma as discussões anteriores quanto aos ajustes do tratamento 2 proporcionarem perfil com maior aplicação ao centro, visto que apresentou maior deposição de produto na bandeja central.

A Tabela 9 mostra a comparação das médias do peso em gramas coletados na bandeja 9 em cada tratamento.

Tabela 9 - peso (g) de calcário coletado em cada tratamento na bandeja 9

TRATAMENTO	PESO (g)
3	25,83 a
1	11,33 b
2	10,77 b

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

É possível observar na Tabela 9 que a bandeja 9 no Tratamento 3 obteve maior deposição de calcário. Através dessa análise pode-se comprovar o motivo da faixa de aplicação para esse tratamento ser o maior, ou seja, 5 m ao invés de 4 m. Embora não haja diferença significativa entre o tratamento 1 e 2 nessa tabela, nota-se que a quantidade de produto no tratamento 1 já se apresentou maior que no tratamento 2, evidenciando novamente que certamente o tratamento 2 possui maior concentração no centro.

A Tabela 10 mostra a comparação das médias do peso em gramas coletados na bandeja 10 em cada tratamento.

Tabela 10 - peso (g) de calcário coletado em cada tratamento na bandeja 10

TRATAMENTO	PESO (g)
3	22,07 a
1	13,73 ab
2	2,53 b

*As médias seguidas de letras iguais não diferem de acordo com a análise de variância seguido do teste de Tukey.

Fonte: autoria própria.

Por fim, a Tabela 10 apresenta mais uma vez maior quantidade de deposição de calcário no tratamento 3, evidenciando a propensão do ajuste do tratamento a apresentar perfil de distribuição mais largo. Além disso, tanto na Tabela 10 quanto nas Tabelas 7, 8 e 9 foi possível notar a tendência dos ajustes do Tratamento 1 em apresentarem um perfil de largura de distribuição mediana e uniforme.

Embora os ajustes das aletas se comportem de maneira indicada pela teoria, condições ambientais influenciam consideravelmente na uniformidade dos perfis de distribuição de calcário na prática. Os ajustes do Tratamento 1 deveriam resultar em uma distribuição do produto considerada média e uniforme, porém na prática observou-se uma deposição expressiva na bandeja central, enquanto as bandejas adjacentes apresentaram uma distribuição mais uniforme. Já ao analisar o Tratamento 2, os ajustes proporcionaram uma distribuição mais restrita, havendo concentração central expressiva de produto na faixa de aplicação. Os resultados obtidos foram consistentes com o que era proposto teoricamente, isto é, uma maior deposição de calcário na bandeja central e uma menor faixa de aplicação em comparação aos demais tratamentos, evidenciado pela análise estatística dos dados. Por último, o Tratamento 3 não apresentou resultados esperados em relação às expectativas teóricas quanto a largura de distribuição e concentração do produto nas extremidades da faixa, apesar de ter apresentado o aumento de 1 metro na largura em comparação com os demais tratamentos. Houve grande disparidade na simetria da distribuição das bandejas adjacentes, com maior deposição na bandeja central. Portanto, além de serem influenciados pelas condições ambientais, granulometria do produto e limitações do equipamento e metodologia, todos os ajustes indicam maior deposição em relação ao eixo do conjunto.

O estudo destaca a importância de realizar ensaios detalhados sobre a tecnologia de aplicação agrícola, visando otimizar a aplicação do produto e maximizar resultados. Futuras pesquisas podem comparar a eficiência do conjunto em função dos ajustes; explorar ainda mais os efeitos dos ajustes com diferentes modelos de acessórios, equipamentos e produtos, além de averiguar estratégias para melhorar a uniformidade desfavorecida por condições ambientais adversas.

4. CONCLUSÃO

Após análise dos dados e resultados obtidos, é possível concluir que:

- Não apenas as condições climáticas como também as limitações do distribuidor e granulometria do calcário influenciam consideravelmente na uniformidade dos perfis de distribuição de calcário na prática.
- Não houve diferença significativa da deposição transversal entre os tratamentos, embora tenha ocorrido diferença significativa da deposição transversal entre os coletores, mostrando que a distribuição não foi uniforme dentro de cada faixa de aplicação.

5. REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, H. P. **Oxido de cálcio e magnésio aplicados no fundo do sulco de plantio da cana-de-açúcar**. Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil. 2020.

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30062/3/OxidoCalcioMagnesio.pdf>

EMBRAPA. **Atlas Climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2ª Edição. Brasília, DF. 2012. Disponível em:

<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202005/13110041-atlas-climatico-da-regiao-sul-do-brasil.pdf>

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição. Brasília, DF. 2018. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>

HACHUY, L. **Desempenho de uma distribuidora a lançamento com dois tipos de produtos aplicados com diferentes posições de aletas nos discos**. Unesp Botucatu, 2008. Disponível em:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90642/hachuy_1_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y

KARPINSKI JUNIOR, G. **Influência do perfil de aleta nos parâmetros de lançamento de fertilizante em distribuidores centrífugos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.10, p.1000-1006, 2015. Disponível em:

<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/1256/2/2015GlademirKarpinski.pdf>

MILAN, M. GADANHA JÚNIOR, C. D. **Ensaio & certificação das máquinas para aplicação de adubos e corretivos**. Máquinas agrícolas: ensaios & certificação, Luiz

Geraldo Mialhe. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba, SP. 1996; p 515 – 550. Disponível em: Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias. Florianópolis, SC. N. Cham. 613.3 M618m.

MOLIN, J.P. **Máquinas para aplicação de corretivos e fertilizantes**. USP. 2020. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5662855/mod_resource/content/1/Maquinas_para_aplicacao_de_corretivos_e_fertilizantes_2020.pdf

RAIJ, B. **Melhorando o Ambiente Radicular em Subsuperfície**. International Plant Nutrition Institute. INFORMAÇÕES AGRONOMICAS Nº 135 setembro. 2011. Disponível em: [http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/07522979282F212C83257A8F00https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7yQxhLqLP9tQCSZggWYXtLB/?format=pdf&lang=pt5D7C7D/\\$FILE/Page8-18-135.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/07522979282F212C83257A8F00https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/7yQxhLqLP9tQCSZggWYXtLB/?format=pdf&lang=pt5D7C7D/$FILE/Page8-18-135.pdf)

ZÜGE, G. G. **Angulação das aletas de rotores utilizados para distribuição a lanço de ureia**. Universidade Federal da Fronteira do Sul. Cerro Largo, RS. 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4374/1/ZÜGE.pdf>