



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS DE GURUPI  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ZILDINEY DANTAS DA SILVA**

**ANÁLISE DE TRILHA (*Path analysis*) PARA SILAGEM DE  
MILHO NO ECÓTONO CERRADO - AMAZÔNIA**

Gurupi/TO  
2021

**ZILDINEY DANTAS DA SILVA**

**ANÁLISE DE TRILHA (*Path analysis*) PARA SILAGEM DE  
MILHO NO ECÓTONO CERRADO - AMAZÔNIA**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Weder Ferreira dos Santos

Gurupi/TO  
2021

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

S586a Silva, Zildiney Dantas da.

Análise de trilha (Path analysis) para silagem de milho no Ecótono Cerrado - Amazônia. / Zildiney Dantas da Silva. – Gurupi, TO, 2021.

23 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2021.

Orientador: Weder Ferreira dos Santos

1. Silagem de milho. 2. Adubação nitrogenada. 3. Path analysis. 4. Melhoramento genético. I. Título

**CDD 630**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

ZILDINEY DANTAS DA SILVA

### ANÁLISE DE TRILHA (*Path analysis*) PARA SILAGEM DE MILHO NO ECÓTONO CERRADO - AMAZÔNIA

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 09 / 04 / 2021

Banca Examinadora

*Weder Ferreira dos Santos*

---

Prof. Dr. Weder Ferreira dos Santos, UFT  
Orientador e presidente da banca examinadora

*Antônio*

---

MSc Antônio Henrique Camilo Ribeiro, Máxima Consultoria  
(Examinador)

*Adriano Silveira Barbosa*

---

MSc Adriano Silveira Barbosa, UFT  
(Examinador)

*Oswaldo José Ferreira Junior*

---

MSc Oswaldo José Ferreira Junior, UFT  
(Examinador)

Gurupi, 2021.

*Dedico*

*Este trabalho, primeiramente aos meus pais, Antonio Fonseca da Silva e Zilda Augusta dos Santos Dantas da Silva, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, educando e dando amor, à minha irmã e confidente Andressa Dantas da Silva, a tia Joana Fonseca da Silva e sua filha Bruna Fonseca da Silva que me acolheram e incentivaram durante a graduação.  
Essa e as demais conquistas são dedicadas a vocês!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter proporcionado essa conquista e tantas outras.

Aos meus pais, Antonio Fonseca da Silva e Zilda Augusta dos Santos Dantas da Silva, e minha irmã, Andressa Dantas da Silva, por me acompanharem durante todo o trajeto.

Ao orientador e amigo professor Dr. Weder Ferreira dos Santos e sua esposa Layanni Ferreira Sodré Santos.

Aos examinadores da banca, Adriano Silveira Barbosa, Antonio Henrique Camilo Ribeiro e Osvaldo José Ferreira Junior.

Aos meus tios e primos, em especial a tia Joana Fonseca da Silva e à prima Bruna Fonseca da Silva por me acolherem.

Aos amigos que a trajetória me trouxe, em especial a todos da turma 2017/2 do curso de Agronomia.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa de melhoramento e fertilidade voltado para a cultura do milho orientados pelo professor Weder Ferreira dos Santos.

A todos que me apoiaram e incentivaram durante a caminhada.

## RESUMO

O manejo da adubação nitrogenada é de suma importância para a elevação da produtividade da silagem de milho, por participar diretamente nos processos de divisão e expansão celular. É de extrema importância realizar a identificação das características que estão associadas a responsividade do uso da adubação nitrogenada. Portanto, o objetivo desse estudo é identificar as características que mais influenciam no peso total na produção de silagem de milho. Foram conduzidos dois ensaios, um com dosagem de nitrogênio baixa ( $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura) e outro com dosagem alta ( $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de N em cobertura), realizados na safra 2017/18, no município de Santa Maria das Barreiras – PA, situado no Ecótono Cerrado-Amazônia. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com onze tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram BRS 3046, MI 274, AG 8088, ANHEMBI, PR 27D28, P33-16, P32-11, P29-M12, P36-19, P40-8 e AG 1051. A adubação de base foi realizada em sulco de forma manual suprindo as necessidades da análise química e física. Foram colhidas as plantas inteiras da parcela útil e aferidos as características para Altura da Planta (AP), Altura de Inserção da primeira espiga (AE), Diâmetro do Colmo (DC), Diâmetro da Espiga (DE), Peso da Folha do Colmo (PFC), Peso da Espiga (PE) e Peso da Planta Total (PPT). As análises de trilha e variância foram realizadas por meio do programa computacional Genes. Sendo realizado análise de variância para Baixo e Alto N, e análises de trilha para condições de Baixo N, Alto N e valores médios. PFC e PE podem ser utilizados para o melhoramento.

**Palavras-chaves:** *Silagem. Adubação nitrogenada. Path analysis. Zea mays.*

## ABSTRACT

The management of nitrogen fertilization is of paramount importance for the increase of corn silage productivity, by directly participating in the processes of cell division and expansion. It is extremely important to identify the characteristics that are associated with the responsiveness of the use of nitrogen fertilization. Therefore, this study aims to identify the characteristics that most influence the total weight in corn silage production. Two trials were conducted, one with low nitrogen dosage (0 kg ha<sup>-1</sup> of N in cover) and the other with a high dosage (150 kg ha<sup>-1</sup> of N in cover), performed in the harvest 2017/18, in the municipality of Santa Maria das Barreiras, State of Pará, in Brazil, located in the ecotone Cerrado-Amazônia. The experimental design used was randomized blocks with eleven treatments and three replications. The treatments used were BRS 3046, MI 274, AG 8088, ANHEMBI, PR 27D28, P33-16, P32-11, P29-M12, P36-19, P40-8 and AG 1051. The base fertilization was performed in the groove manually supplying the needs of chemical and physical analysis. Whole plants of the useful plot were harvested and the characteristics were measured for plant height, insertion height of the first ear, culm diameter, the diameter of the ear, weight of the stem leaf, ear weight and total plant weight. Track and variance analyses were performed through the Genes computer program. Variance analysis was performed for Low and High N, and track analyses for low N, high N and average values conditions.

**Key-words:** *Silage. Nitrogen fertilization. Path analysis. Zea mays*



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características agronômicas das cultivares de milho utilizadas no experimento....	13
Tabela 2 - Características química e física do solo da área experimental (Profundidade: 0–20 cm) no Sítio Vitória, em Santa Maria das Barreiras, Estado do Pará, 2017/18.....	14
Tabela 3 - Análise de variância para sete características, com onze 11 genótipos de milho submetidos a baixo e alto N, em Santa Maria das Barreiras-PA, no ano agrícola 2017/18. ....	16
Tabela 4 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, em baixo N. ....	17
Tabela 5 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, em Alto N.....	18
Tabela 6 - Estimativa média dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho.....	19

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>20</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>21</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho (*Zea Mays* L.) exerce grande importância econômica e social, devido sua alta adaptabilidade aos mais diversos climas, sendo cultivado a milhares de gerações ao redor do mundo. Esse cereal está presente em diversas situações do cotidiano, desde a alimentação humana, bem como a animal, e mais recentemente, como uma forma de biocombustível (PEREIRA FILHO, 2015).

Nas últimas décadas, a cultura passou por mudanças profundas, segundo Contini et al. (2019) da safra de 2000/01 para a de 2017/18, a produção mundial de milho passou de 591 milhões de toneladas para 1,076 bilhão de toneladas (representando um aumento de 82%), impulsionado principalmente do uso como ração animal para a produção de frangos e suínos.

No cenário nacional, o aumento da produtividade se deu especialmente pela associação do papel da cultura como fonte de subsistência de pequenos produtores, e sua aprimoração do papel na produção agrícola.

Contini et al. (2019) destaca que, apesar de o mercado brasileiro de milho ter apresentado um súbito crescimento, o setor ainda precisa solucionar alguns empecilhos que impedem um maior dinamismo. Dentre os obstáculos, destacam-se a falta de clareza na formação de preços; dificuldades para conseguir financiamentos privados; empecilhos na comercialização, sobretudo no processo de escoamento da produção; e baixa produtividade observada em algumas regiões.

Durante os últimos anos a crescente necessidade na exploração da cultura do milho, visando a otimização das áreas cultivadas com a cultura, na busca de cultivares mais produtivos, principalmente para fins de alimentação animal. A produção esperada para a cultura na safra 2020/21 é de 23,6 milhões de toneladas. Somando-se a segunda e a terceira safras, a produção total poderá atingir 105,5 milhões de toneladas, 2,9% superior à obtida em 2019/20. O Brasil vem se destacando como o terceiro maior produtor mundial deste cereal, perdendo apenas para EUA e China respectivamente (CONAB, 2021).

As silagens de gramíneas, apresentam baixo teor de proteína, limitando o seu uso (MARQUES et al., 2021). As produções de matéria verde, matéria seca e a produção de grãos, tanto no ponto de ensilagem como na maturidade, são os fatores que mais afetam a produção e palatabilidade na digestão do animal.

Segundo Paziani et al. (2009), existia no Brasil, certa dificuldade de encontrar cultivares com eficiência produtiva, pois em muitas vezes o custo de produção da silagem sobressaía o lucro do animal, ou era inferior ao lucro obtido pelo milho em grão, portanto o melhoramento de milho voltado para a silagem era malvisto.

Ciappina (2019) destaca que cerca de 70% da produção de milho é utilizada na alimentação animal, podendo chegar a 85% em países desenvolvidos, principalmente por ser um alimento fundamental na dieta do animal em confinamento. Sendo a gramínea mais utilizada na produção de silagem devido à alta produção de massa, facilidade de fermentação dentro do silo, bom valor energético e alto consumo pelos animais.

As características que a silagem de milho traz permite que ela seja um alimento importante nas propriedades rurais de corte e leite. Além da versatilidade e alto valor energético, sendo fácil o manejo de produção, estocagem e fornecimento aos animais durante os períodos de escassez de alimento, garante a manutenção da rentabilidade dos produtores (GRITTI, 2017).

Pode-se encontrar atualmente no mercado, larga variedade de híbridos de milho, com características diferentes. Para a produção de silagem, devem ser considerados os potenciais produtivos de cada híbrido, além das características agrônômicas das plantas, uma vez que são fatores que podem interferir na qualidade do material ensilado (KLEIN et al., 2018).

A análise de trilha, ao utilizar o desdobramento em efeitos diretos e indiretos das correlações entre a produtividade e caracteres avaliados em plantas, pode ser uma metodologia estatística importante no melhoramento genético para identificar os caracteres primários e secundários que mais contribuem para a produtividade (SOUZA et al., 2017).

O sucesso da análise de trilha tem por base a formulação mais consistente do fator causa e efeito entre as variáveis, o que leva vários autores a utilizá-la em seus artigos nas mais diversas áreas de conhecimento (SOUZA, 2013). Os valores de correlação ficam expressos, caso seja positivo, o efeito resposta da produtividade terá ganho perante a variável, caso seja negativo, o efeito resposta terá um decréscimo na produtividade (VASCONCELOS, 2013).

Nas ciências agrárias, a análise de trilha é utilizada para mensurar a correlação de parâmetros para diversas culturas, como canola (COIMBRA et al., 2004), girassol (AMORIM et al., 2008), jabuticabeira (SALLA et al., 2015), soja (ZUFFO et al., 2018), sorgo (OLIVEIRA, 2015). Se tratando da ensilagem, pode-se destacar, na cultura do milho (MARAFON et al.,

2015; MARQUES et al., 2021; PINHEIRO et al., 2021) e em outras culturas, como sorgo, capim-elefante e soja (CARVALHO, 2013; MELLO FILHO, 2006; MENEZES et al., 2014; OLIVEIRA, 2015).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo, analisar os atributos que melhor representam a massa total da silagem de milho em condições de alto e baixo nitrogênio, através da análise de trilha, permitindo estabelecer correlações entre estas variáveis, que são indicativos de produtividade e qualidade do milho.

## 2 MATERIAIS E METÓDOS

Os ensaios foram conduzidos na safra agrícola 2017/18 no Sítio Vitória, localizado (8°18'32"S 50°36'58"W) no município de Santa Maria das Barreiras, Estado do Pará região situado no Ecótono Cerrado-Amazônia. O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, o que indica clima tropical com estação seca no inverno (ELY; DUBREUIL, 2017).

O Estado do Pará possui alta variabilidade pluviométrica, decorrente da atuação de diferentes sistemas atmosféricos que atuam sobre o Estado. A identificação de áreas homogêneas de precipitação pluvial no Pará diverge diretamente à dinâmica ambiental, onde a delimitação dos períodos e áreas de maior e menor concentração pluviométrica tornam-se importantes para a determinação de uma boa produtividade (MENEZES et al., 2015).

Foram instalados dois ensaios de competição de cultivares de milho, sendo um instalado sob baixo nitrogênio, com 0 kg ha<sup>-1</sup> de N, e outro sob alto nitrogênio, com 150 kg ha<sup>-1</sup> de N, ambos em cobertura. As doses foram determinadas de acordo com a menor e a maior produtividade esperada para a cultura do milho.

O delineamento experimental utilizado em cada ensaio foi o de blocos ao acaso com onze tratamentos e três repetições. Os tratamentos utilizados foram BRS 3046, MI 274, AG 8088, ANHEMBI, PR 27D28, P33-16, P32-11, P29-M12, P36-19, P40-8 e AG 1051. Sendo os genótipos AG 1051, AG 8088 PRO2, ANHEMBI, BRS 3046, M274 e PR 27D28, cultivares encontradas no mercado local, e as demais genótipos presentes no banco de germoplasma da Universidade Federal do Tocantins, ainda sem registro.

Tabela 1 - Características agronômicas das cultivares de milho utilizadas no experimento.

<b>Nome comercial</b>	<b>Base genética</b>	<b>Transgenia</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Finalidade de uso</b>	<b>Nível tecnológico</b>
AG 1051	HD	C	SMP	G/MV/SPI	M/A
AG 8088 PRO2	HS	PRO2	P	G/SPI	A
ANHEMBI	PPA	C	P	G/SPI	B/M
BRS 3046	HT	C	SMP	G/MV/SPI	M/A
M274	HD	C	P	G/SPI	B/M
PR 27D28	HD	C	SP	G/SPI	B/M

A parcela experimental utilizada foi composta por quatro fileiras de 5,0 m, espaçadas 0,9 m entre linhas. A área útil da parcela foi apenas as duas fileiras centrais, descartando-se 0,5 m das extremidades destas fileiras.

O preparo de solo foi realizado com uma grade aradora seguida da utilização de uma grade niveladora. A adubação de base foi efetuada manualmente, utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, formulação 5-25-15 + 0.5% Zn, com base nas características obtidas na análise química e física do solo, expressos na Tabela 1 (RIBEIRO et al., 1999).

Tabela 2 - Características química e física do solo da área experimental (Profundidade: 0–20 cm) no Sítio Vitória, em Santa Maria das Barreiras, Estado do Pará, 2017/18.

<b>Argila %</b>	<b>pH CaCl<sub>2</sub></b>	<b>M.O. dag kg<sup>-1</sup></b>	<b>P mg dm<sup>-3</sup></b>	<b>K<sup>+</sup> mg dm<sup>-3</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup> cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup> cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup> cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>	<b>CTC cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>
15	4,8	1,7	4,9	43	1,7	0,3	0,20	5,21

M.O.: Matéria Orgânica.

A semeadura foi realizada em 14 de novembro de 2017, em sulco, de forma manual. Após a emergência realizou-se o desbaste deixando um espaçamento médio de 0,2 m entre plantas, obtendo-se uma população de 55.555 plantas ha<sup>-1</sup>.

O manejo para o controle plantas infestantes, pragas e de doenças foi realizado de acordo com as recomendações técnicas encontradas na literatura para a cultura do milho (BORÉM et al., 2017).

A adubação de cobertura foi realizada com 150 kg ha<sup>-1</sup> de N no ensaio Alto N. A fonte utilizada foi a ureia (45% de N), totalizando 333,33 kg ha<sup>-1</sup> de ureia, foi parcelada em duas etapas, a primeira em estágio V<sub>4</sub> e a segunda no estágio V<sub>8</sub> (RIBEIRO et al., 2020).

A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o estágio fisiológico ideal (R5) para a produtividade de silagem com máxima eficiência nutricional. Foram colhidas as plantas inteiras da parcela útil e aferidos as características para Altura da Planta (AP), Altura de Inserção da primeira espiga (AE), Diâmetro do Colmo (DC), Diâmetro da Espiga (DE), Peso da Folha do Colmo (PFC), Peso da Espiga (PE) e Peso da Planta Total (PPT) (MARAFON et al., 2015).

Após a obtenção dos dados, foi realizada análise de variância para Baixo N, Alto N e para os dois ambientes, ao mesmo tempo. Em seguida, foram estimados os coeficientes de correlação de Pearson entre os caracteres. Adotou-se como significativa as correlações com

valores de  $r \geq 0,6$  ou  $r \leq -0,6$ , oriundas da metodologia proposta por Dancey et al. (2018), onde  $r$  acima de 0,6 é considerada de moderada a forte. Em seguida, foi realizada análise de trilha, sendo as correlações desdobradas em efeitos diretos e indiretos das variáveis (variáveis independentes) sobre o peso da planta total (PPT) (WRIGHT,1921).

As análises foram realizadas utilizando-se o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2016).



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A escolha do programa GENES para as análises de trilha, levou em consideração o fator intrínseco de que o programa trás para as variáveis os efeitos diretos e indiretos, positivos e negativos, entre a característica taxada como principal e as taxadas como secundárias (CRUZ, 1997).

Na análise de variância (Tabela 2), foi observado efeito significativo na fonte de variação genótipos para as características: altura de plantas AP, AE, DE, PE, PPT. Não observando efeito significativo para as características: DC e PFC.

Tabela 3 - Análise de variância para sete características, com onze 11 genótipos de milho submetidos a baixo e alto N, em Santa Maria das Barreiras-PA, no ano agrícola 2017/18.

		<b>Baixo N</b>						
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>						
		AP	AE	DC	DE	PFC	PE	PPT
Bloco	2	18.39	0.48	0.24	6.78	611.39	17.45	843.76
Genótipos	10	426.41*	405.29*	8.14	63.57*	7016.62	6152.28*	23214.74*
Resíduo	20	15.06	17.12	0.57	2.85	363.23	116.42	839.96
Média		182.24	87.85	15.36	43.17	216.88	131.55	348.42
CV (%)		2.13	4.71	4.93	3.91	8.79	8.20	8.32

  

		<b>Alto N</b>						
<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>						
		AP	AE	DC	DE	PFC	PE	PPT
Bloco	2	0.21	6.39	0.12	1.05	348.09	20.82	493.30
Genótipos	10	320.42	364.94*	8.89*	50.28*	17472.02*	17576.52*	63276.33*
Resíduo	20	19.68	6.39	0.38	1.60	122.32	46.78	194.77
Média		208.52	106.58	18.69	53.49	371.82	257.73	629.67
CV (%)		2.13	2.37	3.30	2.36	2.97	2.65	2.22

\* significativo à 5% de probabilidade, pelo teste F. FV = Fonte de Variação; GL = Grau de Liberdade; CV = Coeficiente de Variação.

O nitrogênio exerce papel fundamental, sendo o elemento exigido em maior quantidade, por constituir muitos componentes vegetais na planta, conseqüentemente contribui para o maior efeito na produtividade, ficando evidente na análise de variância (Tabela 3), onde, o coeficiente de variação encontrado para todas variáveis estudadas é considerado baixo. Devido a influência da adubação nitrogenada os valores médios encontrados em Alto N são superiores, sendo mais concisos entre os onze genótipos (RIBEIRO et al., 2020; SILVA et al., 2019).

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ), expresso nas Tabelas 3, 4 e 5, revelou que o peso total da planta (PPT) pode ser explicada pelo efeito das variáveis analisadas, onde revelou que

99,99% da determinação de do peso total pode ser explicada pelas demais variáveis. Sendo superior ao obtido por outros autores (MELLO FILHO, 2006; PAZIANI et al., 2009; PINHEIRO et al., 2021; SANTOS et al., 2018).

O efeito da variável residual para baixo N, alto N e médio, foram de 0,9%, 0,5% e 0,21%, respectivamente, o que reafirma o alto grau de confiabilidade dos dados obtidos do modelo para a produtividade de silagem.

Na tabela 4 tem-se a análise de trilha com as estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, para o ensaio em baixo N.

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, em baixo N.

Efeitos		Estimativas das variáveis em Baixo N						
		AP	AE	DC	DE	PFC	PE	
Direto	Via PPT	0.0022	-0.0032	0.0026	0.0074	0.5479	0.5077	
Indireto	Via AP	-	0.0017	0.0010	0.0008	0.0014	0.0007	
	Via AE	-0.0025	-	-0.0016	-0.0014	-0.0018	-0.0007	
	Via DC	0.0012	0.0013	-	0.0015	0.0008	0.0017	
	Via DE	0.0028	0.0032	0.0044	-	0.0059	0.0068	
	Via PC	0.3498	0.2984	0.3869	0.4393	-	0.4188	
	Via PE	0.1560	0.1172	0.3236	0.4657	0.3881	-	
Total		0.5094	0.4187	0.7169	0.9133	0.9434	0.9349	
R <sup>2</sup>								0.9999
Efeito da variável residual								0.0096

$r \geq 0,6$  ou  $r \leq -0,6$ , onde  $r$  acima de 0,6 é considerada de moderada a forte (DANCEY et al. 2018).

Em baixo N (Tabela 4), o peso da folha do colmo (PFC) e o peso da espiga (PE) apresentaram correlação alta e efeito direto alto, ambos positivos, indicando forte relação entre as variáveis em estudo, demonstrando que a correlação por si só explicou tal relação. Neste caso, PFC e PE podem ser usados na seleção indireta para a produção de grãos.

O diâmetro do colmo (DC) e o diâmetro da espiga (DE) apresentaram correlação alta e efeito direto baixo e positivo sobre o peso de planta total, sendo o efeito indireto via PFC e PE os responsáveis pela alta correlação, o que confirma a importância de PFC e PE no processo de seleção visando incremento na produção sob baixo N. Beleze et al. (2003) destaca que plantas com DC e DE mais elevados costumam influenciar diretamente no teor de massa verde e massa seca.

As características altura das plantas (AP) e da espiga (AE), apresentaram correlações de baixa magnitude e efeito direto negligenciável sobre PPT. Calonego et al. (2011) e Kappes et al. (2011) destacam que a altura da planta tem grande influência, onde plantas com altura elevada possuem entrenós mais longos, com diâmetro do colmo (DC) menor, o que leva a subnutrição da espiga (<DE), conseqüentemente na redução do PE, o maior risco de acamamento.

As variáveis PFC e PE exerceram uma maior influência para o peso da planta total, uma vez que um colmo bem desenvolvido produzirá espigas com maior teor proteico e maior peso para a silagem (RIBEIRO et al., 2020; SANTOS et al., 2016; SODRÉ et al., 2016). Além disso, essas variáveis são influenciadas por todas as demais e juntas constituem o peso total da planta (RIBEIRO et al., 2020).

Na tabela 5 tem-se a análise de trilha com as estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, para o ensaio em Alto N.

Em condições de alto N (Tabela 5), de modo similar ao ocorrido em baixo N, o peso da folha do colmo (PFC) e o peso da espiga (PE) apresentaram correlação alta e efeito direto alto com a produtividade de silagem (PPT), indicando forte relação entres as variáveis em estudo. demonstrando que a correlação por si só explicou tal relação, Farinelli e Lemos (2010) demonstraram que, tal relação é intensificada conforme o acréscimo a adubação nitrogenada.

Tabela 5 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, em Alto N

Efeitos		Estimativas das variáveis em Alto N						
		AP	AE	DC	DE	PFC	PE	
Direto	Via PPT	-0.00095	-0.00019	0.00250	-0.00043	0.52517	0.52615	
Indireto	Via AP	-	-0.00072	-0.00033	-0.00028	0.00015	0.00006	
	Via AE	-0.00014	-	0.00001	0.00001	0.00006	0.00004	
	Via DC	0.00087	-0.00011	-	0.00208	0.00126	0.00173	
	Via DE	-0.00013	0.00003	-0.00036	-	-0.00022	-0.00027	
	Via PC	-0.08198	-0.16301	0.26374	0.26411	-	0.42229	
	Via PE	-0.03067	-0.11270	0.36310	0.32732	0.42308	-	
Total		-0.1130	-0.2767	0.6287	0.5928	0.9495	0.9500	
R <sup>2</sup>								0.99997
Efeito da variável residual								0.0050

$r \geq 0,6$  ou  $r \leq -0,6$ , onde  $r$  acima de 0,6 é considerada de moderada a forte (DANCEY et al. 2018).

O diâmetro do colmo (DC) e o diâmetro da espiga (DE) também apresentaram correlação alta e efeito direto baixo via PPT, isso ocorre devido as condições lineares

proporcionadas pelo acréscimo da adubação nitrogenada, assim encontrado por outros autores (SODRÉ et al., 2016).

O efeito indireto via PFC e PE os responsáveis pela alta correlação, o que confirma a importância de PC e PE no processo de seleção visando incremento na produção sob ALTO N. Novamente, as características altura das plantas (AP) e da espiga (AE), apresentaram correlações de baixa magnitude e efeito direto negligenciável sobre PPT, fator necessário para que as plantas desenvolvam mais em diâmetro e conseqüentemente em qualidade de matéria verde (PEREIRA FILHO, 2015).

Para as variáveis AP e AE exercem influência positiva na silagem, melhorando assim sua palatabilidade, como a dose de N não superou a recomendada para a cultura, não ocorre perfilhamento exagerado do colmo, o que garante teores médios nos diâmetros do colmo e espiga. Para que o peso total da planta se elevasse, ou seja, deve-se buscar por meio do melhoramento materiais com tais características (BELEZE et al., 2003).

Quando estudados conjuntamente os dois ambientes (alto e baixo N) (Tabela 6), as correlações e o efeito direto de cada variável em relação a produtividade foram de magnitude e sinal similares aqueles oriundos de baixo (Tabela 4) e alto N (Tabela 5), confirmando que o PFC e PE podem ser usados na seleção indireta para a produção de silagem.

Na tabela 5 tem-se a análise de trilha com as estimativas dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho, para os valores médios dos ensaios.

Tabela 6 - Estimativa média dos efeitos diretos e indiretos que envolveram a variável principal (PPT), e as explicativas (AP, AE, DC, DE, PFC e PE), para 11 genótipos de milho

Efeitos		Estimativa média das variáveis						
		AP	AE	DC	DE	PFC	PE	
Direto	Via PPT	-0.00044	-0.00036	0.00174	0.00002	0.49820	0.53777	
Indireto	Via AP	-	-0.00036	-0.00020	-0.00016	-0.00009	-0.00008	
	Via AE	-0.00030	-	-0.00010	-0.00008	0.00000	0.00001	
	Via DC	0.00078	0.00047	-	0.00144	0.00124	0.00132	
	Via DE	0.00001	0.00000	0.00001	-	0.00001	0.00001	
	Via PC	0.10532	-0.00249	0.35427	0.37534	-	0.42775	
	Via PE	0.09164	-0.01608	0.40650	0.42435	0.46173	-	
Total		0.1970	-0.0188	0.7622	0.8009	0.9611	0.9668	
R <sup>2</sup>								0.999996
Efeito da variável residual								0.0021

$r \geq 0,6$  ou  $r \leq -0,6$ , onde  $r$  acima de  $0,6$  é considerada de moderada a forte (DANCEY et al. 2018).

## 4 CONCLUSÕES

4.1 As doses de nitrogênio não influenciaram na magnitude das correlações fenotípicas e genotípicas e nos efeitos diretos e indiretos sobre a produção de silagem.

4.2 O peso do colmo e o peso das espigas podem ser usados na seleção indireta para a produção de silagem.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, E. P. et al. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p. 307–316, 2008.
- BELEZE, J. R. F. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes estádios de maturação: 1. Produtividade, características morfológicas e correlações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 529–537, jun. 2003.
- BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio à Colheita**. 2. ed. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2017.
- CALONEGO, J. C. et al. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, v. 4, n. 12, p. 84–90, 15 jun. 2011.
- CARVALHO, A. F. G. Divergência genética e correlação entre caracteres de genótipos de sorgo sacarino na região de Cáceres – MT. p. 122, 2013.
- CIAPPINA, A. L. Caracterização de híbridos e associação entre caracteres para produção de silagem em milho. 18 jul. 2019.
- COIMBRA, J. L. M. et al. Análise de trilha dos componentes do rendimento de grãos em genótipos de canola. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, p. 1421–1428, out. 2004.
- CONAB. **Conab - Produção brasileira de grãos deve chegar a 268,3 milhões de toneladas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3828-producao-brasileira-de-graos-deve-chegar-a-268-3-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 11 fev. 2021.
- CONTINI, E. et al. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. p. 45, 2019.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes – Aplicativo computacional na área de Genética e estatística experimental**. Disponível em: <[http://arquivo.ufv.br/dbg/genes/genes\\_Br.htm](http://arquivo.ufv.br/dbg/genes/genes_Br.htm)>. Acesso em: 20 fev. 2021.
- DANCEY, C. P.; REIDY, J.; VIALI, L. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. 7. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.
- ELY, D.; DUBREUIL, V. ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS ESPAÇO-TEMPORAIS DAS PRECIPITAÇÕES ANUAIS PARA O ESTADO DO PARANÁ – BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 21, n. 0, 21 dez. 2017.
- FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Produtividade e Eficiência Agronômica do Milho em Função da Adubação Nitrogenada e Manejos do Solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135–146, 30 ago. 2010.
- GRITTI, V. C. Avaliação de linhagens de milho para produção de híbridos para silagem. 2017.

KAPPES, C. et al. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p. 334–343, 2011.

KLEIN, J. et al. DESEMPENHO PRODUTIVO DE HÍBRIDOS DE MILHO PARA A PRODUÇÃO DE SILAGEM DA PLANTA INTEIRA. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, p. 101, 31 mar. 2018.

MARAFON, F. et al. Análise do efeito da colheita da planta de milho em diferentes estádios reprodutivos e do processamento dos grãos sobre a qualidade da silagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3257, 21 out. 2015.

MARQUES, K. O. et al. Perfil agronômico, fermentativo e bromatológico da silagem obtida do consórcio entre milho e soja. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e41410111925–e41410111925, 21 jan. 2021.

MELLO FILHO, O. L. Avaliação de variedades e progênies de soja para a produção de silagem. 6 mar. 2006.

MENEZES, B. et al. Correlações e análise de trilha em capim-elefante para fins energéticos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 9, p. 465–470, 14 set. 2014.

MENEZES, F. P.; FERNANDES, L. L.; ROCHA, E. J. P. DA. O USO DA ESTATÍSTICA PARA REGIONALIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ, BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 16, n. 0, 2015.

OLIVEIRA, T. C. DIVERGÊNCIA GENÉTICA E CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERES DE GENÓTIPOS DE SORGO SACARINO NA REGIÃO DE CÁCERES – MT. p. 90, 2015.

PAZIANI, S. DE F. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 411–417, mar. 2009.

PEREIRA FILHO, I. A. **Cultivo do Milho**. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7905&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=8658](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658)>. Acesso em: 11 fev. 2021.

PINHEIRO, L. DA S. et al. Análise de trilha da massa da espiga de milho e seus atributos físicos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e41510111912–e41510111912, 21 jan. 2021.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, Minas Gerais: Comissão de Fertilidade do Solo de Minas Gerais - CFSEMG, 1999.

RIBEIRO, B. S. M. et al. **Ecofisiologia do Milho: visando altas produtividades**. 1. ed. [s.l.] UFSM, 2020. v. 1

SALLA, V. P. et al. Análise de trilha em caracteres de frutos de jabuticabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 3, p. 218–223, mar. 2015.

SANTOS, W. F. DOS et al. Eficiência e resposta ao uso de nitrogênio em genótipos de milho para rendimento de proteína. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 10, p. 6–11, 2016.

SANTOS, W. F. DOS et al. Análise de trilha em genótipos de milho no Sul do Tocantins. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, v. 12, p. 49–52, 2018.

SILVA, Z. D. DA et al. Strategy in the selection of corn genotypes for their efficiency and response to nitrogen. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 11, p. 46–51, 2019.

SODRÉ, L. F. et al. CULTIVO PARA ALTO E BAIXO NITROGÊNIO EM GENÓTIPOS DE MILHO NO TOCANTINS VISANDO A PRODUÇÃO DE ÓLEO. **BRAZILIAN JOURNAL OF AGRICULTURE - Revista de Agricultura**, v. 91, n. 2, p. 174–183, 18 ago. 2016.

SOUZA, T. V. DE et al. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **MAGISTRA**, v. 26, n. 4, p. 493–504, 12 jun. 2017.

SOUZA, T. V. D. ASPECTOS ESTATÍSTICOS DA ANÁLISE DE TRILHA (PATH ANALYSIS) APLICADA EM EXPERIMENTOS AGRÍCOLAS. p. 83, 2013.

VASCONCELOS, R. A. D. ADAPTABILIDADE, ESTABILIDADE, CORRELAÇÕES E ANÁLISE DE TRILHA EM GENÓTIPOS DE AMENDOIM RASTEIRO PARA CULTIVO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO. p. 77, 2013.

ZUFFO, A. M. et al. Correlações e análise de trilha em cultivares de soja cultivadas em diferentes densidades de plantas. **Cultura Agronômica**, 2018.