

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

**O ENSINO PELA MODELAGEM MATEMÁTICA: INFLUÊNCIA DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA NA PRODUTIVIDADE DE GIRASSOL¹
TEACHING BY MATHEMATICAL MODELING: INFLUENCE OF NITROGEN
FERTILIZATION ON SUNFLOWER PRODUCTIVITY**

**Sabrina Aquino Zarzicki², Elizandro Locateli³, Fagner Weirich⁴, Rubia
Diana Mantai⁵**

¹ Parte de Monografia de Conclusão do Curso de Graduação em Matemática

² Licenciada em Matemática pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, sabrinaazarzicki@aluno.santoangelo.uri.br

³ Licenciado em Matemática pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, elizandrolocateli@aluno.santoangelo.uri.br

⁴ Licenciado em Matemática pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, fagner18weirich@gmail.com

⁵ Professora do Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, rdmantai@santoangelo.uri.br

Resumo: A modelagem matemática pode ser utilizada para resolver problemas reais, trazendo benefícios à sociedade. Sabendo que a economia da região Sul do país depende da agricultura, foi determinada a cultura do girassol como objeto de estudo da modelagem matemática. O objetivo do trabalho é preconizar a aplicação da modelagem matemática no estudo da produtividade de grãos de girassol em função da adubação nitrogenada, definindo técnicas de manejo que determinam um cultivo sustentável ao produtor. O experimento foi realizado no município de Santa Rosa - RS, o delineamento experimental foi constituído de blocos casualizados, tendo como fator de tratamento doses de nitrogênio nos níveis 0, 30, 50 e 100 kg ha⁻¹. Para a análise dos dados e obtenção dos resultados, em relação a produtividade de grãos, altura da planta, peso e diâmetro do capítulo das plantas, foram utilizados os modelos matemáticos: Anova, análise de correlação, e teste de médias. A Anova mostrou que as diferentes doses de nitrogênio influenciaram significativamente na produtividade dos grãos. O modelo de correlação verificou o sentido e a magnitude de relação existente entre variáveis, auxiliando no entendimento da ação do nitrogênio na planta. E, o teste de médias indicou a dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio como aquela que proporciona uma maior produtividade de grãos. Por meio da modelagem matemática foi possível determinar manejos de adubação nitrogenada eficientes e sustentáveis para produtividade do girassol, trazendo além do conhecimento matemático, uma análise de manejo visando atender a base econômica da região.

Palavras-chave: Estudo agrícola. Modelagem matemática. Girassol.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Abstract: Mathematical modeling can be used to solve real problems, bringing benefits to society. Knowing that the economy of the southern region of the country depends on agriculture, the sunflower crop was determined as the object of study of mathematical modeling. The objective of this work is to recommend the application of mathematical modeling in the study of sunflower grain yield as a function of nitrogen fertilization, defining management techniques that determine a sustainable cultivation to the producer. The experiment was carried out in Santa Rosa - RS, Brazil. The experimental design consisted of randomized blocks with nitrogen rates at levels 0, 30, 50 and 100 kg ha⁻¹. To analyze the data and obtain the results, in relation to grain yield, plant height, plant chapter weight and diameter, the mathematical models were used: ANOVA, correlation analysis, and means test. Anova showed that the different nitrogen rates significantly influenced grain yield. The correlation model verified the meaning and magnitude of the relationship between variables, helping to understand the action of nitrogen on the plant. And, the means test indicated the 50 kg ha⁻¹ nitrogen dose as the one that provides the highest grain yield. Through mathematical modeling it was possible to determine efficient and sustainable management of nitrogen fertilization for sunflower yield, bringing beyond the mathematical knowledge, a management analysis aiming to meet the economic base of the region.

Keywords: Agricultural study. Modeling. Sunflower.

1 INTRODUÇÃO

A modelagem matemática leva os alunos a discutirem e investigarem a matemática em situações do seu cotidiano, porém, em um contexto que não pertence somente à esta disciplina (BARBOSA, 2004). Aplicá-la nos problemas presentes no cotidiano do aluno torna o ensino mais significativo, aumentando sua motivação. E ainda, a junção da matemática com outras ciências, torna o processo de aprendizagem abrangente e interdisciplinar (JÚNIOR; SANTO, 2006).

A economia do estado do Rio Grande do Sul é fortemente caracterizada pela agricultura, na qual a demanda pelo cultivo do girassol está aumentando. O girassol é caracterizado por sua capacidade de adaptar-se a diferentes tipos de temperatura, e ser resistente à falta de chuvas, por possuir raízes profundas que exploram mais o solo, absorvendo dele, água e nutrientes de que necessita. Porém, a falta de nitrogênio é o fator que mais limita a sua produtividade (EMBRAPA, 2007).

Normalmente, a quantidade de nitrogênio presente no solo não é suficiente para o melhor desenvolvimento da planta, então, opta-se por complementar o solo com fertilizante nitrogenado. No entanto, o uso excessivo de nitrogênio, além de aumentar os custos de produção, é altamente prejudicial ao meio ambiente (ACOSTA, 2009), desta forma, o seu uso em dose equilibrada pode trazer benefícios tanto ao produtor quanto ao ecossistema.

Diante disso, esse traz a utilização da Modelagem Matemática através de uma situação prática, da produtividade de grãos de girassol em função do uso de nitrogênio, buscando definir a

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

influência do nitrogênio para a cultura de girassol, definindo melhores manejos visando alta produtividade e considerando a sustentabilidade do meio ambiente.

2 METODOLOGIA

O experimento em campo foi realizado no município de Santa Rosa - RS. O delineamento experimental foi constituído de blocos casualizados tendo como fator de tratamento doses de nitrogênio (N), nos níveis 0, 30, 50 e 100 kg ha⁻¹, aplicadas na cultura do girassol, organizados em um esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições.

A semeadura do girassol ocorreu em 2018, ocupando uma área de 135 m² (9 m X 15 m). A adubação do solo e o controle de pragas obedeceram as indicações técnicas da cultura. Cada subparcela mediu 2,25 m de largura X 3 m de comprimento, totalizando 6,75 m² por unidade experimental. A densidade populacional foi de 2,02 plantas por metro linear, e, 4 a 5 plantas por metro quadrado, de acordo com as técnicas de manejo da cultura.

A adubação de base, constituiu-se de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), respectivamente nas seguintes doses: 4, 14 e 8. A adubação nitrogenada de cobertura foi aplicada conforme os níveis de cada fator de tratamento em cada sub parcela, em um período de 30 a 40 dias após a emergência das plantas, sendo realizada manualmente a lanço, com fonte ureia (45% de N).

Para análise da produtividade de grãos, foi retirada uma amostra de 6 capítulos por subparcela, os quais foram pesados em balança de precisão e sua unidade convertida para kg ha⁻¹. Os dados analisados no campo e em laboratório, atendem os seguintes caracteres que compõem a produtividade da cultura de girassol: Produtividade dos grãos (PG, kg ha⁻¹); Peso de grãos por capítulo (PGC, g); Diâmetro do capítulo (DC, cm) e Altura da planta (AP, m).

Os dados foram analisados por meio da análise de variância, na identificação de alteração das variáveis da planta pelo fator de tratamento. Por modelos de correlação foram identificadas as variáveis da planta que mais mostram alteração pelo uso da fertilização nitrogenada, e por pelo teste de médias foram classificadas as doses de nitrogênio mais eficientes à produtividade de grãos de girassol.

Análise de variância

Dos modelos matemáticos temos a análise de variância, o qual é um procedimento utilizado para comparar tratamentos (condições impostas ou objetos que se deseja avaliar), normalmente, utiliza-se mais de um em cada experimento, e cada tipo de tratamento também pode ser chamado de fator. Quando eles são quantitativos, pode-se utilizar técnicas de análise de regressão, pois, são variáveis independentes, então, quando estamos interessados em estudar apenas um tipo de



Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

variável independente, dizemos que possuímos apenas um fator, podendo ter várias categorias chamadas de níveis. A maneira como eles são designados às unidades experimentais ou parcelas, chama-se de delineamento experimental (ANJOS, sd.)

Segundo Viali (s.d. b), a análise de variância unifatorial avalia apenas um fator para variável dependente. Para isso, o modelo experimental utilizado é dado por:

$$y_{ij} = \mu_i + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (01)$$

Onde:

- y_{ij} = variável dependente;
- μ_i = soma da média da população;
- τ_i = efeito do tratamento;
- ε_i = erro aleatório do i -ésimo tratamento e j -ésima repetição;
- i = tratamentos;
- j = repetições.

Conforme Anjos (s.d), em um experimento, existe o interesse em testar se há diferenças entre as médias dos tratamentos, o que equivale a testar as hipóteses:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_i \\ H_1 : \mu_i \neq \mu_{i'} \text{ para pelo menos um par } (i, i') \end{cases}$$

De forma equivalente, podemos escrever essas hipóteses da seguinte forma:

$$\begin{cases} H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_i = 0 \\ H_1 : \tau_i \neq 0 \text{ pelo menos um } i. \end{cases}$$

Caso a hipótese nula for verdadeira, todos os tratamentos terão uma média comum μ .

A análise de variância (Tabela 1), baseia-se na decomposição da variação total da variável resposta em partes que podem ser atribuídas aos tratamentos (variância entre) e ao erro experimental (variância dentro). Essa variação pode ser medida por meio das somas de quadrados definidas para cada um dos componentes a seguir (ANJOS. Sd.):

$$C = \frac{(\sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij})^2}{IJ} \quad (02)$$

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

$$SQ_{Total} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J y_{ij}^2 - C \quad (03)$$

$$SQ_{Trat} = \frac{\sum_{i=1}^I y_i^2}{J} - C \quad (04)$$

e a soma de quadrados dos resíduos pode ser obtido pela diferença:

$$SQ_{Res} = SQ_{Total} - SQ_{Trat}. \quad (05)$$

A SQ_{Trat} é a variação entre os diferentes tratamentos, e a SQ_{Res} é a função das diferenças entre as repetições de um mesmo tratamento.

Essas somas de quadrados podem ser organizadas em uma tabela da análise de variância. Para testar a hipótese H_0 , utiliza-se o teste F apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância

Causas de Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F calculado
Tratamentos	$I-1$	SQ_{Trat}	QM_{Trat}	QM_{Trat}/QM_{Res}
Resíduos	$I(J-1)$	SQ_{Res}	QM_{Res}	
Total	$IJ-1$	SQ_{Total}		

$$\text{Onde } QM_{Trat} = \frac{SQ_{Trat}}{I-1} \text{ e } QM_{Res} = \frac{SQ_{Res}}{I(J-1)}.$$

Pode-se mostrar que o quociente QM_{Trat}/QM_{Res} tem distribuição F com $(I - 1)$ e $I(J - 1)$ graus de liberdade, supondo que, y_{ij} são variáveis aleatórias independentes, todos os tratamentos têm variâncias iguais a σ^2 e $y_{ij} \sim N(\mu_i, \sigma_i)$. Por esses motivos, os pressupostos da ANOVA devem ser testados ou avaliados em qualquer análise (ANJOS, sd.).

Se o valor de F calculado for maior que F tabelado, rejeitamos a hipótese de nulidade H_0 , ou seja, existem evidências de diferença significativa entre pelo menos um par de médias de tratamentos, ao nível α de significância escolhido. Caso contrário, não rejeitamos a hipótese nula H_0 , ou seja, não há evidências de diferença significativa entre tratamentos, ao nível α de significância escolhido (ANJOS, sd.).

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Correlação linear simples

O modelo de correlação linear simples permite identificar o grau e o sentido de relação existente entre duas variáveis (VIALI, sd. a). O valor numérico determinado pela análise é chamado de coeficiente de correlação, e varia de -1 a 1, representado pela letra r. Para encontrá-lo, é utilizada a fórmula do coeficiente de correlação linear de Pearson, dada por:

$$r_{xy} = \frac{\sum x \cdot y - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\left[\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \cdot \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right] \right]^{1/2}} \quad (06)$$

sendo x e y as variáveis analisadas e n o número de observações.

A interpretação do coeficiente de correlação linear depende do seu valor numérico e do sinal, quanto mais próximo de ± 1 , mais forte é a relação entre as variáveis (de forma positiva ou negativa), e quanto mais próximo de 0, mais fraca é a relação entre as variáveis (VIALI, sd. a). Podemos classificar as correlações da seguinte maneira:

- $r_{xy} = -1$: Correlação Negativa Perfeita.
- $r_{xy} = 1$: Correlação Positiva Perfeita.
- $-1 \leq r_{xy} < 0$: Correlação Negativa.
- $0 < r_{xy} \leq 1$: Correlação Positiva.
- $r_{xy} = 0$: Correlação Nula.
- $0,7 < r_{xy} \leq 0,9$: Correlação Positiva Forte.
- $0,4 < r_{xy} \leq 0,7$: Correlação Positiva Moderada.
- $0,1 \leq r_{xy} \leq 0,4$: Correlação Positiva Fraca.

Se a correlação for positiva ambas variáveis crescem ou decrescem juntas, efeito contrário a uma correlação negativa, onde o crescimento de uma variável implica na redução da outra variável. Desta forma, a correlação será considerada positiva se os valores crescentes de x estiverem associados a valores crescentes de y. A correlação linear perfeita positiva corresponde ao caso anterior, mas com uma particularidade, os pontos (x, y) estão perfeitamente alinhados. A correlação será considerada negativa quando os valores crescentes da variável x estiverem associados aos valores decrescentes da variável y, ou os valores decrescentes da variável x associados aos valores crescentes da variável y. Quando os pontos estiverem perfeitamente alinhados, mas em sentido contrário, a correlação é denominada negativa perfeita. Contudo, quando não houver relação entre as variáveis x e y, ou seja, quando os valores de x e y ocorrerem independente não existe correlação entre elas.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Teste de comparação de médias

Os testes de comparação de médias servem como um complemento para o estudo da análise de variância. Há vários testes de comparação de médias, entre os quais podemos citar: teste de Tukey, teste de Duncan, teste de Scheffé. Segundo Vieira (2016), o teste de médias desenvolvido por Tukey é utilizado para comparar se os valores médios entre dois tratamentos possuem médias homogêneas ou não, é um dos testes mais utilizados, por ser bastante rigoroso e fácil aplicação.

O cálculo é realizado pela diferença mínima que deve ter entre duas médias, que é conhecida por diferença mínima significativa (DMS), indicada por Δ , de modo que elas possam ser consideradas diferentes a um nível de significância α .

Para calcular o Δ pelo teste de Tukey, utiliza-se da seguinte fórmula:

$$\Delta = q \sqrt{\frac{QMR}{r}} \quad (07)$$

onde:

- q é a amplitude estudentizada, e é encontrado na tabela de amplitude estudentizada q ;
- QMR é o quadrado médio do resíduo da análise de variância;
- r é o número de repetições de cada um dos grupos.

Se o valor de Δ for menor que a diferença entre as duas médias consideradas, o contraste é considerado significativo. Quando o valor é maior, o contraste não é significativo, e as duas médias são consideradas equivalentes (CANTERI et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a Análise de Variância Unifatorial (ANOVA) da produtividade de grãos de girassol em função de distintas doses de nitrogênio aplicadas em cobertura. Os valores apresentados na Tabela 2 mostram que, os diferentes valores médios de produtividade dos grãos de girassol determinadas pela análise experimental foram dadas de forma significativa pelo uso das distintas doses de nitrogênio, e não somente por fatores externos ao tratamento.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Tabela 2- Análise de variância da produtividade de grãos de girassol pelas distintas doses de nitrogênio

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Dose de N	4727930	3	1575977	43,03*
Erro	439448	12	36620	
Total	5167379	15		

SQ= soma de quadrados; GL= graus de liberdade; QM=quadrado médio; F= probabilidade de Fischer; *= significativo a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Autor

Amorin et al. (2008) também encontraram diferenças significativas entre o uso de diferentes doses de nitrogênio e o diâmetro dos capítulos dos girassóis, alegando que quanto maior o tamanho do capítulo, mais aquênios ele terá. Entretanto, discordando com a pesquisa de Junior et al. (2013), que utilizaram a ureia e nitrato de amônio como fontes de nitrogênio para o girassol, e notaram que não houve diferenças significativas, sugerindo então, que pelo seu sistema radicular profundo, capaz de explorar melhor o solo, o girassol tem grande capacidade de aproveitar o nitrogênio proveniente de culturas anteriores.

Como a Anova mostrou diferenças estatísticas entre as doses de nitrogênio, será utilizada a análise de correlação para verificar a relação existente entre a produtividade dos grãos de girassol por hectare, o número de grãos por capítulo, o diâmetro do capítulo e a altura da planta, quando influenciadas pelo nitrogênio.

A Tabela 3, apresenta a correlação entre as variáveis da produtividade do girassol para cada condição de adubação nitrogenada. Destaca-se que, na ausência do nitrogênio, todas as variáveis apresentaram fortes correlações positivas, de modo que, tendem a aumentar ou diminuir suas potencialidades dependendo da condição do ambiente. Ao aplicar uma dose baixa de adubação nitrogenada (30 kg ha⁻¹), as correlações ainda permaneceram fortes e positivas, exceto para a altura da planta versus a produtividade de grãos por capítulo e o diâmetro do capítulo, mostrando correlações moderadas. Nesta condição, também se percebe o aumento da correlação da produtividade de grãos por capítulo com o diâmetro do capítulo, dando indícios da importância desta variável na produtividade do girassol, considerando a ação do nitrogênio.

Ao aplicar 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Tabela 3), a relação de influência entre o diâmetro do capítulo e a altura da planta mostrou-se moderada negativa, de modo que, maiores capítulos são encontrados em plantas com menor altura. Houve redução na correlação da produtividade de grãos por capítulo e número de grãos com o diâmetro do capítulo, sendo essas, consideradas correlações positivas fracas. Este fato pode ser compreendido pelo fato de o diâmetro do capítulo ter atingido o seu potencial determinado pelo seu genótipo, desta forma, o incremento com o adubo fertilizante não trará mais benefícios para esta variável, contudo irá converter a energia em produção de sementes.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

Já ao aplicar uma dose elevada de nitrogênio (100 kg ha^{-1}), destaca-se a falta de correlação entre a produtividade de grãos por capítulo e diâmetro do capítulo (Tabela 3). Reduções significativas foram observadas nas correlações entre a altura da planta e os fatores produtividade de grãos por capítulo e número de grãos, porém a relação de influência da altura com o diâmetro do capítulo aumentou bastante, sendo considerada positiva forte.

Tabela 3. Correlação das variáveis indicadoras da produtividade do girassol

	PGc	NG	DC	ALT
	Dose N= 0 kg ha ⁻¹			
PGc	1,00	0,87	0,86	0,87
NG	-	1,00	0,97	0,98
DC	-	-	1,00	0,99
ALT	-	-	-	1,00
	Dose N= 30 kg ha ⁻¹			
PGc	1,00	0,89	0,96	0,46
NG	-	1,00	0,97	0,80
DC	-	-	1,00	0,63
ALT	-	-	-	1,00
	Dose N= 50 kg ha ⁻¹			
PGc	1,00	0,82	0,40	0,50
NG	-	1,00	0,12	0,84
DC	-	-	1,00	-0,44
ALT	-	-	-	1,00
	Dose N= 100 kg ha ⁻¹			
PGc	1,00	0,87	-0,07	0,23
NG	-	1,00	0,03	0,37
DC	-	-	1,00	0,94
ALT	-	-	-	1,00

PGc=Produtividade de grãos por capítulo (g); NG=Número de grãos; DC=Diâmetro do Capítulo (cm); ALT= Altura da planta (m). Fonte: Autor

Pesquisa realizada por Amorim et al. (2008) indicou uma correlação positiva moderada, entre a produção de grãos e o diâmetro do capítulo. Esta informação vai de encontro com os resultados encontrados nesta pesquisa, porém, ressalta-se que estas relações são influenciadas pelo tipo de manejo, sendo que, em elevadas doses de adubação nitrogenada, a relação entre estas variáveis não são mais efetivas, possivelmente ocorridas pela obtenção do potencial máximo da cultura em aumentar o diâmetro do capítulo.

De modo geral, independente da dose de nitrogênio fornecida, a análise de correlação mostra maiores relações positivas para a produtividade de grãos por capítulo com o número de grãos por capítulo, determinando que, para a maior produtividade de grãos, deve-se levar em consideração o número de grãos.

Com intuito de avaliar produtividade de grãos de girassol pelas distintas doses de nitrogênio, será aplicado o teste de médias de Tukey, com significância de 0,05 de erro. Temos que, QMR = 36620, r = 4, e o valor de q na tabela de amplitude de Tukey = 4,41, portanto:

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

$$\Delta = 4,41 \sqrt{\frac{36620}{4}} = 422 \quad (08)$$

de modo que, a cada 422 kg ha⁻¹ na média de produtividade de grãos, os grupos de tratamento se diferem estatisticamente, com nível de 5% de probabilidade de erro.

A Tabela 4 apresenta os valores médios de produtividade de grãos de girassol com a resposta dada pelo teste de médias de Tukey.

Tabela 4. Teste de média para produtividade de grãos pelas doses de nitrogênio.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
0	4138 c
30	5086 b
50	5542 a
100	4465 c

Letras iguais refletem em médias que não diferem estatisticamente, com probabilidade de 5% de erro. Fonte: Autor

Os valores médios da produtividade de grãos, junto a análise do teste de médias (Tabela 4), indicam a dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio como aquela que retorna maior produtividade de grãos, representada pela letra “a” na análise de médias. A maior produtividade de grãos difere em 456 kg ha⁻¹ da produtividade alcançada com a dose 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio, representada pela letra “b”, desta forma, evidenciando-se como a segunda melhor média de produtividade. As médias de produtividade de grãos determinadas pelas doses 0 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio, ambas representadas pela letra “c”, não tiveram diferenças significativas entre elas. Desta forma, se evidencia que a planta atinge seu potencial de produtividade com uma dose de nitrogênio inferior a 100 kg ha⁻¹, não sendo necessárias doses excessivas de nitrogênio, além disso, foram consideradas as menores médias de produtividade, condição que, além de gerar custo mais elevado, prejudica a cultura e causa possível contaminação ambiental.

O girassol tem seu desenvolvimento muito influenciado pelo uso do nitrogênio, mesmo que em pequenas quantidades, em especial no aumento do diâmetro do capítulo, conseqüentemente gerando uma maior produtividade, porém esse progresso não é contínuo com o incremento de doses muito altas (SFREDO; CAMPO; SARRUGE, 1984), como pode-se perceber no resultado do teste de médias da Tabela 4. Isso pode ser explicado a partir do estudo de alguns autores, como Biscaro et al. (2008), que concluíram que o uso excessivo de nitrogênio causa uma diminuição da porcentagem de óleo nos aquênios, além de aumentar a possibilidade da incidência de pragas e

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

doenças nas plantas, afetando assim, a produtividade dos grãos.

Vrânceanu et al. (1977) explicam que altas doses de nitrogênio provocam um crescimento excessivo nas plantas de girassol, fator que acaba comprometendo o desenvolvimento das sementes, e também, concorda com Biscaro et al. (2008), ao dizer que as plantas se tornam mais sensíveis ao ataque de pragas e doenças, pois, altos índices de nitrogênio tornam as folhas mais suculentas, e desta forma, mais suscetíveis a esses ataques.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se encaixa muito bem nos conceitos de modelagem matemática, pois por meio da investigação para resolução dos problemas da pesquisa, que decorre de uma situação prática e real, pode-se surgir diversos questionamentos para serem investigados e analisados, e após, é possível que se faça uma reflexão sobre os resultados obtidos.

O modelo de análise de variância unifatorial (Anova), pode ser utilizado para verificar se as diferentes doses de nitrogênio influenciaram ou não, na produtividade de grãos de girassol, obtendo resultado que viabiliza o seu uso e a continuidade do trabalho. Portanto, a Anova mostrou que as diferentes doses de nitrogênio influenciaram significativamente na produtividade dos grãos, ou seja, as diferenças nas médias de produção encontradas foram decorrentes do uso de doses diferentes de nitrogênio, e não somente por fatores externos.

O modelo de correlação verificou o sentido e a magnitude de relação existente entre variáveis, auxiliando no entendimento da ação do nitrogênio na planta. E, o teste de médias mostrou-se eficaz na verificação de melhores médias, desta forma, identificando quais das doses de nitrogênio analisadas proporcionaram uma melhor produtividade dos grãos de girassol. Desta forma, indicou a dose de 50 kg ha⁻¹ de nitrogênio como aquela que proporciona uma maior produtividade de grãos

Portanto, por meio da modelagem matemática foi possível determinar manejos de adubação nitrogenada eficientes e sustentáveis para produtividade do girassol, trazendo além do conhecimento matemático, uma análise de manejo que visa atender a base econômica da região.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, José Alan de Almeida. **Dinâmica do nitrogênio sob sistema plantio direto e parâmetros para o manejo da adubação nitrogenada no milho**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2009.
- AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P., UNGARO, M. R. G., & KIIHL, T. A. **Correlações e análise de trilha em girassol**. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p.307-316, 2008.

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

ANJOS, A. dos. **Análise de variância.** Disponível em: <http://www.est.ufpr.br/ce003/material/cap7.pdf> Acesso em: 23 de novembro de 2018, às 11:00h.

BARBOSA, Jonei C. **A “contextualização” e a Modelagem na educação matemática do ensino médio.** Encontro Nacional de Educação Matemática, v. 8, p. 1-8, 2004.

BISCARO, Guilherme Augusto et al. **Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS.** Ciência e Agrotecnologia, p. 1366-1373, 2008.

CANTERI, Marcelo G. et al. **SASM-Agri-Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan.** Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE), Ponta Grossa, PR, 2001.

EMBRAPA. **Girassol:** Regiões de cultivo, diferentes usos e produtividade. Portal Embrapa (Versão 3.59.2) 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol> Acesso em: 02 de outubro de 2018 às 10:30 h.

JUNIOR, A. de Oliveira, et al. **Produção de girassol em resposta à utilização de fontes e doses de nitrogênio.** Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol, 20.; Simpósio nacional sobre a cultura do girassol, 8., Brasília, DF: Embrapa, 2013.

JÚNIOR, Arthur Gonçalves Machado; ESPÍRITO SANTO, Adilson O. **A modelagem como caminho para “fazer matemática” na sala de aula.** In: Anais do VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática, Belém, PA, 2006.

SFREDO, G. J.; CAMPO, R. J.; SARRUGE, J. R. **Girassol: nutrição mineral e adubação.** Londrina: Embrapa-CNPSo, 1984. 36 p. (Circular técnica, 8).

VIALI, Lorí. **Correlação e Regressão.** (a) Série: Estatística Básica. PUC. Porto Alegre, RS. Disponível em: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/engenharias/material/apostilas/Apostila_5.pdf Acesso em: 23 de novembro de 2018 via às 21:15.

VIALI, Lorí. **Estatística avançada.** (b) Disponível em: http://www.pucrs.br/ciencias/viali/graduacao/producao/multivariada/material/laminaspi/Anova_OW_ay.pdf Acesso em: 23 de novembro de 2018 às 22:00h

VIEIRA, Sonia. **Teste de Tukey para comparação de médias.** 2016. Disponível em: <http://soniavieira.blogspot.com/2016/06/paraproceder-ao-teste-de-tukey-e.html>. Acesso em: 22 de novembro às 10:15.

Bioeconomia:
DIVERSIDADE E RIQUEZA PARA O
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

SALÃO DO UNIJUI 2019
CONHECIMENTO

21 a 24 de outubro de 2019

XXVII Seminário de Iniciação Científica
XXIV Jornada de Pesquisa
XX Jornada de Extensão
IX Seminário de Inovação e Tecnologia

Evento: XXIV Jornada de Pesquisa

VRANCEANU, Alex et al. **El girasol**. Madrid. 1977.