

**INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE SOLO NAS
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DO GIRASSOL
(*Helianthus annuus L.*) PRODUZIDO NO CERRADO SUL
MATOGROSSENSE**

**INFLUENCE OF SOIL CONDITIONS ON THE PHYSICAL-
CHEMICAL PROPERTIES OF SUNFLOWER (*Helianthus
annuus L.*) PRODUCED IN THE SOUTH CERRADO OF
MATOGROSSENSE**

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3425.v3i1.53>

¹ THIAGO ALVES SCHIRMANN
Agronomia, IFMS, thiago.schirmann@estudante.ifms.edu.br

² FLÁVIA MARIA DE OLIVEIRA
Agronomia, IFMS, flavia.oliveira@estudante.ifms.edu.br

³ MAURO DE LIMA
Professor, IFMS, mauro.lima@ifms.edu.br

⁴ GRAZIELI SUSZEK
Professora, IFMS, grazieli.suszek@ifms.edu.br

RESUMO

A cultura do girassol (*Helianthus annuus L.*) é amplamente distribuída no país e no mundo, sendo de grande importância no sistema de rotação e sucessão de culturas, onde mesmo se tratando de uma cultura de verão, entra como uma importante produção em segunda safra, contando principalmente com suas características de alta tolerância a estresses climáticos. Seu grão apresenta características nutricionais para alimentação animal e humana, através de seus subprodutos, podendo se destacar a torta, farelo e óleo de girassol. Além de alimentação, o óleo de girassol foi amplamente difundido na produção de biodiesel, na intenção de substituir a utilização de combustíveis fósseis por óleos vegetais. No entanto, a composição do óleo pode estar diretamente relacionada com as condições de solo em que a planta se encontra, e nesse caso, é a própria composição do óleo que dará um destino mais viável à industrialização do mesmo. O presente trabalho possui como objetivo analisar as potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol produzido em Nova Andradina/MS, caracterizada por ser área de cerrado, com características não favoráveis ao desenvolvimento de algumas culturas. O experimento foi conduzido na fazenda Santa Bárbara onde fica localizado o campus do IFMS. Foram analisadas, as propriedades físico-químicas do solo, teor e rendimento de óleo e umidade dos grãos, além também da composição do óleo realizado através do método de Soxhlet e com um solvente extrator de hexano. De acordo com os resultados, a cultura apresentou boas características quando comparado com outros autores, mesmo quando em alguns casos, passou por estresses hídricos, em conjunto com alguns déficits nutricionais do solo, mostrando assim potencialidades de implantação desta cultura na região de Nova Andradina. O cultivo desta cultura na região traz a possibilidade de implantação de um sistema de rotação de cultura mais eficiente e sustentável, proporcionando a quebra do ciclo soja-milho feito constantemente em grande parte das áreas agrícolas da região.

Palavras-Chave: composição. óleo. *Helianthus annuus*. rotação

ABSTRACT

The sunflower crop (*Helianthus annuus L.*) is widely distributed in the country and the world, being of great importance in the crop rotation and succession system, where even though it is a summer crop, it is an important second crop production. , relying mainly on its characteristics of high tolerance to climatic stresses. Its grain has nutritional characteristics for animal and human consumption, through its by-products, including cake, bran and sunflower oil. In addition to food, sunflower oil was widely used in the production of biodiesel, with the intention of replacing the use of fossil fuels with vegetable oils. However, the composition of the oil may be directly related to the soil conditions in which the plant is located, and in this case, it is the composition of the oil itself that will provide a more viable destination for its industrialization. The present work aims to analyze the potential and physical-chemical characteristics of Sunflower oil produced in Nova Andradina/MS, characterized by being a

cerrado area, with characteristics not favorable to the development of some crops. The experiment was conducted at the Santa Bárbara farm where the IFMS campus is located. The physical-chemical properties of the soil, oil content and yield and grain moisture were analyzed, as well as the composition of the oil carried out using the Soxhlet method and with a hexane extracting solvent. According to the results, the crop presented good characteristics when compared to other authors, even when in some cases it underwent water stress, together with some nutritional deficits in the soil, thus showing potential for implementing this crop in the Nova Andradina region. The cultivation of this crop in the region brings the possibility of implementing a more efficient and sustainable crop rotation system, breaking the soybean-corn cycle that is constantly carried out in a large part of the region's agricultural areas.

Keywords: composition. oil. *Helianthus annuus*. rotation

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma oleaginosa dicotiledônea cujo a qual tem um ciclo anual e pertence à família das asteraceae, tendo como origem o continente Norte

Americano (RIBAS, 2009). Com uma ampla adaptabilidade a condições edafoclimáticas, tendo um rendimento que não possui influência através da latitude, altitude e fotoperíodo. Devido a essas características apresentadas se tornou uma cultura que se apresenta como uma forte opção nos sistemas de rotação e sucessão de culturas em grandes regiões caracterizadas por serem grandes produtoras de grãos (CASTRO, *et al.* 1996).

Os óleos de origem vegetal em geral são substâncias que por suas características químicas e físicas acabam não se misturam com a água, pois possuem em sua composição produtos com altas condensações. O que vai determinar se um óleo vegetal é útil para se utilizar em alimentação, biocombustível ou demais finalidades são os compostos que estão presentes em sua composição (CORREIA et al., 2014).

Mandarino (2005) descreve a relação da composição química da semente com a área na qual a cultura é plantada, relacionando fatores como temperatura, genótipo, fertilidade e até mesmo a posição da planta que está envolvida na composição final do óleo.

A extração do óleo pode ser realizada através da prensagem a frio utilizando uma prensa industrial, para isso é necessário pré hidratar as amêndoas para evitar a desnaturação, a torta deve ser coletada sobre banho frio para evitar as ações enzimáticas (RABONATO et al., 2017).

No contexto geral, a análise da correlação entre as propriedades do solo e a avaliação do óleo de girassol cultivado em área experimental no município de Nova Andradina Mato Grosso do Sul faz com que haja o gerenciamento da produção, a avaliação do potencial produtivo da região e das potencialidade do óleo produzido, verificando também o retorno financeiro.

Desta forma, o presente trabalho possui como objetivo analisar as potencialidades e características físico-químicas do óleo de girassol produzido em Nova Andradina/MS.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A cultura do girassol foi introduzida inicialmente no Brasil na região sul, ainda no início do século XIX, no entanto, a disputa por área produtiva com as lavouras de soja foi um entrave para a permanência da mesma. Em 1902, a secretaria de agricultura de São Paulo inicia uma distribuição de sementes de girassol a produtores regionais, com a finalidade de disseminar a cultura no estado. Já em 1937, o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) inicia estudos científicos com a cultura. Na década de 1960, houve o estímulo de produção por parte do governo e de fábricas de óleo vegetais, no entanto, a falta de conhecimento sobre as correções de solo ideais para a espécie, aliado ao baixo teor de óleo presente nos materiais disponíveis da

época, baixo mercado, e ausência de tecnologias adaptadas às condições brasileiras, trouxe o insucesso do projeto de expansão da cultura (GAZZOLA, et al. 2012).

De modo geral, o girassol só passou a se desenvolver a partir do ano de 1970, onde houve um grande incentivo governamental sobre as oleaginosas, a fim de realizar a substituição do petróleo por óleo vegetal, onde o centro desse movimento se deu no oeste do paraná, onde o IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná) já realizava algumas pesquisa, chegando em 1980, a um rendimento de 1800 Kg/ha⁻¹, produzido em segunda safra, entre janeiro e março. No entanto, já em 1983, esse rendimento caiu para 460 Kg/ha⁻¹, devido a alta incidência de doenças fúngicas, com foco na *Sclerotinia sclerotiorum*. Foi a partir de 1998 que as regiões Sul e Centro-oeste passaram a obter resultados positivos com a cultura, após vários investimentos de empresas privadas, que tinham o interesse na matéria prima (GAZZOLA, et al. 2012).

Inicialmente, os programas de melhoramento genético que atuavam com a cultura do girassol, tinham como objetivo principal, o aumento do tamanho de capulho, resultando assim, diretamente no aumento de produtividade. Foi na União Soviética que se teve início o melhoramento genético da cultura visando o aumento em teor de óleo do grão. Com o aumento de consumo de óleo vegetal, as oleaginosas tiveram um grande avanço em produo, entre elas, o girassol, no entanto, o crescimento dessa cultura vem ocorrendo de forma lenta. Existem srios problemas fitossanitários que rondam as lavouras de girassol, e quando associado a baixa disponibilidade de tecnologia no mercado, como cultivares resistentes e produtor registrados, há uma grande dificuldade no avanço produtivo quando comparado a outras cultura, até mesmo quando tratado os valores de mercado, principalmente da soja, uma oleaginosa concorrente em área, que acaba colocando a cultura do girassol em áreas menos favoráveis para produo, e até mesmo estagnado a produo da mesma em grande escala (MANDARINO, et al. 2005).

Apesar de se tratar de uma cultura de verão, o girassol vem se consolidando cada vez mais como uma alternativa viável para produo em segunda safra no Brasil, entrando em rotao ou sucessão de maiores interesses econmicos, como soja e milho. Além disso, seu alto teor de óleo no grão (podendo atingir 50% de óleo) trs a perspectiva dos biocombustíveis para as lavouras, tirando o foco apenas da produo do grão, mas também, de combustíveis  base de óleos vegetais (PERSON, 2012).

Segundo com Correia, 2014, o grão de girassol, assim como seus subprodutos, sendo os principais, farelo, torta e óleo, apresentam características nutricionais que possibilitam a utilizao na alimentao, tanto animal quanto humana, devido às quantidades de lipídios e proteínas. A espécie se destaca também por ser uma planta de múltiplos usos, apresentando um

sistema radicular pivotante agressivo, ajudando na descompactação do solo e na reciclagem de nutrientes. Sua haste pode ser utilizada na fabricação de materiais de isolamento acústico, já as folhas em conjunto com a haste formam uma camada de adubação verde, podendo render de 3 a 5 ton./ha⁻¹ (GAZZOLA, et al. 2012).

De acordo com a finalidade da produção, o girassol pode ser classificado em duas principais classes de sementes, as não oleosas e as oleosas. As não oleosas são pretas, com listras, e possuem uma casca espessa, com cerca de 45% do peso total da semente, e um rendimento de 35 a 30% de óleo. Já as sementes oleosas possuem uma casca mais fina, com cerca de 20 a 30% do peso total da semente, e um teor de óleo que pode atingir 48% de óleo. A composição química da semente pode variar amplamente com o local de produção, adubação, clima, e até mesmo com a posição da semente no capítulo (MANDARINO, et al. 2005).

A fim de reduzir a emissão de gases pela combustão do combustível fóssil, foi criada pela lei 11.097/2005, determinando que em 2013 seria obrigatória a adição de 5% de biodiesel ao óleo diesel consumido no Brasil, representatividade que vem aumentando com o passar dos anos, atingindo 12% (B12) no ano de 2013, com o intuito de atingir os 15% (B15) até 2026. (GAZZOLA, et al. 2012).

As matérias primas utilizadas mundialmente para a obtenção de biodiesel são os óleos vegetais ou gorduras animais, no entanto, os óleos vegetais são preferíveis, já que a produção de gordura animal não seria o suficiente para atender toda a demanda mundial. Diante disso, dentre as principais culturas oleaginosas utilizadas para a produção de biodiesel, está a soja, pinhão manso, dendê e girassol (CASTRO, 2017).

Neste âmbito, o girassol destaca sua importância econômica, pela excelente qualidade de seu óleo, e pela facilidade de extração do mesmo, já que é realizada facilmente pelo simples processo de prensagem, dispensado da necessidade de maquinários onerosos. Embora o girassol fique em segundo plano quando comparado a sua principal concorrente, a soja, o primeiro se dispõe da vantagem de possuir um óleo com maior estabilidade à luz, uma vez que possui maior teor de β -carotenos (CASTRO, 2017).

Dados da CONAB já trazem uma nova perspectiva para as safras atuais. Quando comparados dados produtivos do ano agrícola 21/22 (Figura 1) e 22/23 (Figura 2), é perceptível o aumento em área cultivada na região centro-oeste, com aumento expressivo no estado de Goiás, saindo de 26 mil ha de produção no ano de 21/22 para 32,6 mil ha, resultando em um aumento de pouco mais de 20% da área já cultivada. Outro ponto notável é a inclusão do estado de Mato Grosso do Sul no ano de 22/23, o qual não estava presente nos registros anteriores.

Ambos estados apresentam características similares, por estarem na mesma região, sendo a composição de sua maioria territorial, o bioma cerrado (CONAB, 2023).

Figura 1- Dados produtivos da safra de girassol 2021/22.

Girassol – Safras 2021/22 e 2022/23									
Comparativo de área, produtividade e produção									
REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 21/22	Safra 22/23	VAR. %	Safra 21/22	Safra 22/23	VAR. %	Safra 21/22	Safra 22/23	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
CENTRO-OESTE	36,5	36,5	-	998	1.430	43,3	36,4	52,2	43,4
MT	9,8	9,8	-	1.359	1.359	-	13,3	13,3	-
GO	26,0	26,0	-	840	1.438	71,2	21,8	37,4	71,6
DF	0,7	0,7	-	1.800	2.112	17,3	1,3	1,5	15,4
SUDESTE	1,9	1,9	-	1.591	1.591	-	3,0	3,0	-
MG	1,9	1,9	-	1.591	1.591	-	3,0	3,0	-
SUL	1,1	3,4	209,1	1.570	1.570	-	1,7	5,3	211,8
RS	1,1	3,4	209,0	1.570	1.570	-	1,7	5,3	211,8
CENTRO-SUL	39,5	41,8	6,8	1.042	1.448	39,0	41,1	60,5	47,2
BRASIL	39,5	41,8	6,8	1.042	1.448	39,0	41,1	60,5	47,2

Fonte: Conab, 2023.

Figura 2- Dados produtivos da safra de girassol 2022/23.

Girassol – Safras 2022/23 e 2023/24									
Comparativo de área, produtividade e produção									
REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 22/23	Safra 23/24	VAR. %	Safra 22/23	Safra 23/24	VAR. %	Safra 22/23	Safra 23/24	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
CENTRO-OESTE	41,9	41,9	-	1.493	1.452	(2,8)	62,5	60,8	(2,7)
MT	8,2	8,2	-	1.626	1.552	(4,6)	13,3	12,7	(4,5)
MS	0,4	0,4	-	2.000	1.527	(23,7)	0,8	0,6	(25,0)
GO	32,6	32,6	-	1.440	1.412	(1,9)	46,9	46,0	(1,9)
DF	0,7	0,7	-	2.112	2.074	(1,8)	1,5	1,5	-
SUDESTE	10,9	10,9	-	1.653	1.644	(0,5)	18,0	17,9	(0,6)
MG	10,9	10,9	-	1.653	1.644	(0,5)	18,0	17,9	(0,6)
SUL	3,3	1,4	(57,6)	1.422	1.402	(1,4)	4,7	2,0	(57,4)
RS	3,3	1,4	(57,6)	1.422	1.402	(1,4)	4,7	2,0	(57,4)
CENTRO-SUL	56,1	54,2	(3,4)	1.520	1.489	(2,0)	85,2	80,7	(5,3)
BRASIL	56,1	54,2	(3,4)	1.520	1.489	(2,0)	85,2	80,7	(5,3)

Fonte: Conab, 2023.

A produtividade média da safra 21/22 e 22/23 também mostra uma alteração positiva, em especial na região centro-oeste, saindo de 998 Kg/ha⁻¹ e atingindo os 1493 Kg/ha⁻¹, resultado de novas técnicas e tecnologias sobre a produção da espécie em solo de cerrado (CONAB, 2023).

As regiões com predominância de cerrado constitui cerca de 23% de todo território nacional, com uma representatividade de aproximadamente 200 milhões de hectares da área central do Brasil, estando principalmente difundido na região Centro-oeste do país, além de grande parte do MATOPIBA (Região agrícola de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). As regiões de cerrado possuem em sua maioria, áreas de pastagens, no entanto, cerca de 50% em

início ou já em processo de degradação, o que pode estar associado diretamente ao manejo incorreto na utilização das áreas, principalmente, em questão nutricional e correção de solo. (CASTRO, *et al.* 2012).

Os solos de cerrado são caracterizados por naturalmente, possuírem elevada acidez e saturação por Al, baixos teores de nutrientes e alta adsorção de fósforo (P). Dados os motivos, passa a ser de grande importância a correção aos níveis adequados, com a adição de corretivos, fertilizantes e condicionantes ao solo, assim, dando condições nutricionais para o desenvolvimento e produção almejada para a cultura de interesse, garantindo assim a sustentabilidade dos sistemas na região (NASCIMENTO, *et al.* 2020).

O pH do solo representa o potencial de acidez ou alcalinidade. Este, exerce influência sobre a disponibilidade de substâncias e compostos químicos presentes no solo, sendo considerado o principal fator para descrever o comportamento químico do solo. Esta característica pode estar associada a diversos fatores como: a rocha que deu origem ao solo, clima, vegetação e topografia. Estes processos têm a tendência de causar uma redução no pH ao longo do tempo, o que resulta em um aumento da acidez do solo. Em diversas regiões do mundo, o pH é um problema. Atualmente, cerca de 30% dos solos se encontram acidificados. (BRANDÃO et al, 2021)

Para solos de cerrado, a Embrapa considera para cálcio, valores de 1,5 à 7 cmolc dm³ ideais, e para magnésio, 0,5 à 2 cmolc dm³, onde a relação esteja preferivelmente 3:1. (BEHLING)

O cálcio desempenha um papel de extrema importância, suas funções estão relacionadas à composição estrutural das plantas. Ele faz parte da parede celular, contribuindo para aumentar a resistência mecânica dos tecidos e age como neutralizador de ácidos orgânicos no citosol. Na parede celular, o cálcio participa na formação do pectato de cálcio, que é responsável pela criação da pectina. A pectina, por sua vez, é fundamental para o alongamento da parede celular até atingir o tamanho necessário. Após esse estágio, ocorre a deposição de lignina, conferindo rigidez à parede celular. Além disso, o pectato de cálcio desempenha um papel cimentante, unindo duas células vizinhas (DEAGRO, 2019).

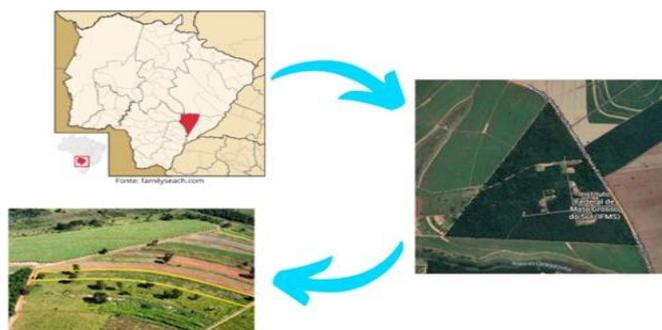
Por outro lado, o magnésio desempenha um papel fundamental na fotossíntese, participando dos processos metabólicos, como a produção de ATP nos cloroplastos. A quantidade de magnésio no átomo central da clorofila chega a representar entre 15% e 20% do total. Além disso, o magnésio desempenha um papel importante na síntese de proteínas, na formação de clorofila, no transporte de fotoassimilados pelo floema, na translocação e

utilização desses fotoassimilados (DEAGRO, 2019).

METODOLOGIA

O experimento foi desenvolvido na fazenda Santa Bárbara, localizada no município de Nova Andradina, ao leste de Mato Grosso do Sul (Figura 3), em uma área experimental de 6800 m², pertencente ao Instituto Federal de Nova Andradina de Mato Grosso do Sul.

Figura 3- Localização do experimento em No



Fonte: Autores, 2023.

As coordenadas geográficas do ponto central da área são de 22° 04' 56,33'' de latitude sul e 53° 58' 08,38'' de longitude Oeste de Greenwich. Os pontos limítrofes da área foram obtidos por meio do uso de GPS topográfico.

O clima do local é caracterizado como tropical AW, clima megatérmico com estação invernal pouco definida ou quase ausente, possuindo concentrações de chuvas nos meses de verão e secas no inverno segundo classificação de Köppen. O solo da área foi classificado como neossolo quartzarênico, sem horizonte A definido, textura arenosa, com 843 g/dm³ de areia e 27 g/dm³ de silte.

A área foi dividida em 48 pontos de amostragem (células) de 10m x 15m, sendo georreferenciadas por pontos de GPS individuais, onde foi realizada a coleta de solo de duas formas, sendo elas para análise química e física do solo. As amostras coletadas para análise química do solo foram realizadas com a utilização do trado holandês (Figura 4), sendo feita a uma profundidade de 0-20cm, a fim de quantificar os teores dos principais elementos presente nesta camada arável do solo, para assim, definir-se um perfil e providenciar todos os manejos de correções necessários para a área. Já as amostras coletadas por cilindros, contendo cerca de 73 cm³ de solo, foram levadas para estufa de secagem durante 48h a uma temperatura de 105°C, para a definição da umidade e densidade do solo (Figura 5).

Figura 4- Coleta de solo para análise química.



Fonte: Autores, 2021.

Figura 5- Definição de densidade do solo



Fonte: Autores, 2021.

Também foi realizada a avaliação de Resistência do Solo à Penetração (RSP), onde foi avaliado 1 ponto por célula, a uma profundidade de 0-60cm, sendo coletado dados de resistência a cada 1 cm. Para essa análise, foi utilizado o equipamento PENETROLOG, da FALKER (Figura 6).

Figura 6- Coleta de dados de Resistência do solo à penetração.

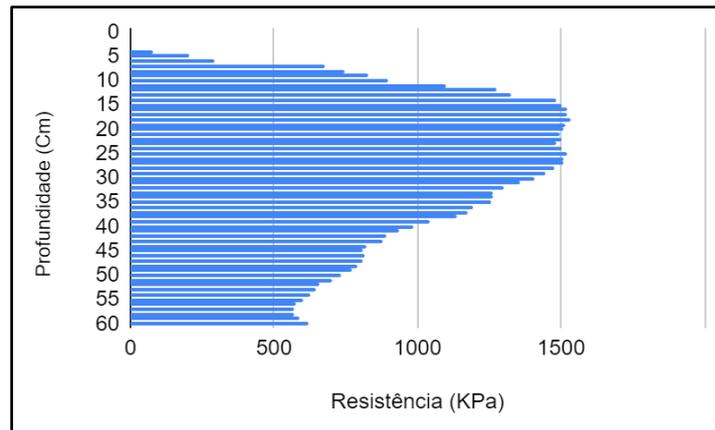


Fonte: Autores, 2021.

Todos os dados de RSP coletados foram processados em Excel, realizando-se uma

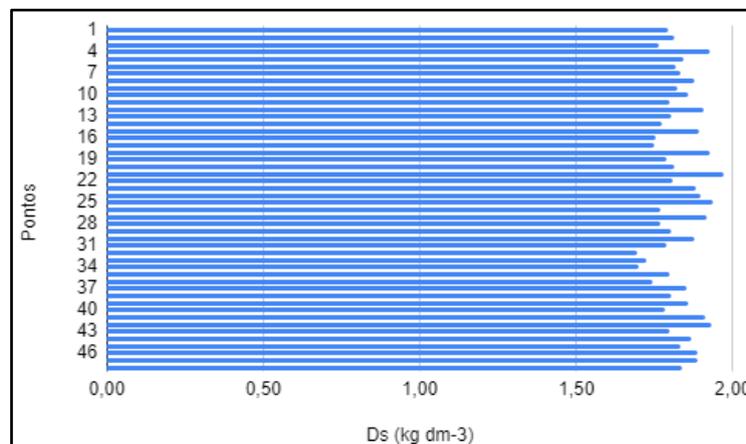
média dos valores encontrados, unindo os dados encontrados em um intervalo de 5 cm de profundidade, gerando um resultado com menos variação, e posteriormente, representados em forma de gráfico, gerando uma correlação entre profundidade e RSP (Figura 7). Juntamente, foi apresentado os dados de densidade do solo em gráficos, a fim de relacioná-la com os níveis de RSP (Figura 8).

Figura 7- Dados da Resistência do solo à penetração para ponto 5 de 48.



Fonte: Autores, 2022.

Figura 8- Densidade do solo.



Fonte: Autores, 2022.

A semeadura do girassol para a primeira análise foi realizada no dia 21 de novembro de 2019, já para a segunda análise, foi feita no dia 22 de dezembro de 2021, ambas operações utilizando uma semeadora a vácuo SEMEATO 11 linhas, no sistema de semeadura direta, acoplada a um trator New Holland 7630, possuindo 110 cv TDA (Figura 9).

Figura 9- Início da semeadura do girassol a campo.



Fonte: Autores, 2021.

Foi realizado todo manejo fitossanitário necessário para o desenvolvimento da cultura, até atingir a maturação e o ponto ideal de colheita, sendo esta, feita de forma manual.

A extração do óleo por solventes pelo método Soxhlet, foi efetuada em forma de triplicata, em um extrator de óleos e gorduras, utilizando como solvente extrator o hexano. Antes da extração, as sementes de girassol foram trituradas em um processador doméstico e caracterizadas quanto ao diâmetro médio das partículas através do método de peneiramento.

Para a análise das variáveis estudadas, primeiramente realizou-se uma análise exploratória, com a finalidade de descrever os parâmetros estatísticos que auxiliam a identificação de tendência, dispersão e forma de distribuição dos dados (homogeneidade e normalidade) e também análise de correlação linear de Pearson e de postos de Spearman por meio do software estatístico minitab. Nesta análise, assume-se que as observações são independentes espacialmente, ou seja, as variações de um lugar a outro são consideradas aleatórias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da comparação de dados de solo, oriundos de análises químicas realizadas nos anos de 2020 e 2021, observa-se um aumento em acidez (Ph), e teor de alumínio (m%), além que uma queda de 25% na saturação de base (Tabela 01), sinalizando uma alta necessidade de intervenção na área através da calagem e gessagem, a fim de condicionar novamente o solo a novos cultivos.

Tabela 1- Análise descritiva dos atributos do solo.

Atributos	Média 2019	Média 2020	Média 2021	Média 2022
pH	5,04	5,60	4,69	5,53
P (mg/dm ³)	2,74	12,88	12,87	10,17
K (mg/dm ³)	0,24	0,77	0,86	0,50
Ca (cmolc/dm ³)	13,33	14,82	5,12	9,23
Mg (cmolc/dm ³)	9,13	5,9	3,09	7,62
Al (cmolc/dm ³)	2,48	0	1,48	0
SB (cmolc/dm ³)	22,7	21,49	9,07	17,35
V%	59,75	56,89	33,31	56,44
MO (g/dm ³)	13,31	7,67	9,77	9,92
Fe (mg/dm ³)	47,0	99,26	85,29	73,33
Cu (mg/dm ³)	0,20	0,53	0,43	0,26
Zn (mg/dm ³)	0,60	0,48	0,43	0,95
B (mg/dm ³)	0,20	0,14	0,24	0,23
Mn (mg/dm ³)	19,1	29,2	14,98	19,84
RSP	729,01	696,54	596,01	805,08
U%	14,96	14,07	13,58	30,03

*pH - potencial Hidrogeniônico; P - Fósforo; K - Potássio; Ca - Cálcio; Mg - Magnésio; Al - Alumínio; SB - Soma de bases; MO - Matéria Orgânica; M% - Saturação por Alumínio; V % - Saturação de Bases; B - Boro; Mn - Manganês; Fe - Ferro; Cu - Cobre; Zn - Zinco; Prod. - Produtividade; PMA - Peso de mil aquênios; Min - Mínimo; Máx. - Máximo; Méd. - Média; Medi. - Mediana; D.P. - Desvio padrão; C.V. - Coeficiente de variação; Curt. - Curtose; Ass. - Assimetria; Norm. - Normalidade, verificada através dos testes de Anderson Darling e Kolmogorov Smimov (5% de significância).

Fonte: Autores, 2021.

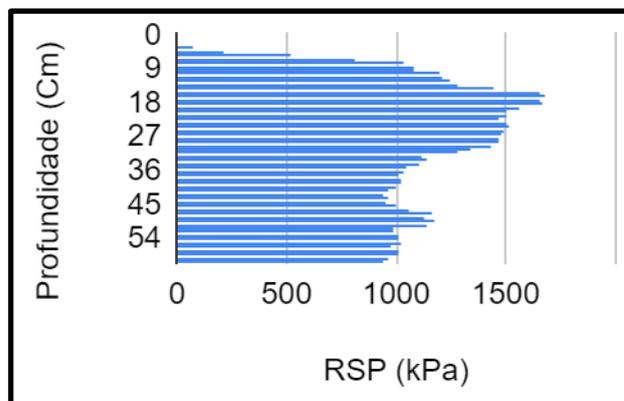
Realizado uma média de resistência à penetração, em uma profundidade de 40 cm, de todos os pontos da área, pode observar que após a implantação do girassol na área, essa média cai, e no ano seguinte, com a retirada da cultura no local, associada a um período de pousio da área, devido o período crítico da pandemia COVID-19, essa média passa a subir novamente, mostrando então a capacidade de manutenção física do solo apenas com um bom manejo cultural.

Tem-se adotado a anos, o valor de RSP 2 MPa relacionado com sua densidade de solo como fator limitante ao desenvolvimento radicular de diversas culturas. No entanto, segundo Valadão et al. 2015, RSP de 1,32 MPa e densidade do solo em 1,35 kg dm⁻³ é suficiente para interferir no desenvolvimento da raiz de soja, assim 1,48 MPa e 1,32 kg dm⁻³ afetam o desenvolvimento das raízes de milho.

Observou-se através dos gráficos da RSP e densidade, uma resistência em potencial alerta (variando de 1 a 1,7 MPa e 1,6 a 1,9 kg dm⁻³) em profundidades entre 15 a 25 cm (Figura 10), caracterizada como “pé de grade”, resultado do uso contínuo de mesma profundidade de

trabalho, com capacidade de tornar-se empecilho para o desenvolvimento radicular, caso não dada tal importância.

Figura 10- Resistência do solo à penetração, ponto 7, dez. 2021.



Fonte: Autores, 2022.

A interferência no desenvolvimento vegetativo de plantas de girassol, bem como sua produtividade sofrem alterações quando relacionadas com as condições físicas do solo, podendo ser elas, alterações anatômicas nas raízes, diminuição da área de solo explorada, além de desenvolvimento vegetativo e produtividade. Valores de resistência do solo acima de 0,733 MPa já podem promover a redução de produtividade da cultura, como encontrado no trabalho de SCAPINELLI, *et al.* 2016. Com isso, pontos que apresentam características semelhantes ou superiores a esse valor devem ser pontos de atenção, por serem potenciais redutores de produtividade.

Dados de redução em produtividade com o aumento da densidade do solo foi encontrado também por SEVERIANO *et al.* 2015, onde a redução de forragem de girassol foi proveniente de densidades acima de 1,38 kg/dm³, estando directamente relacionado então com a resistência do solo à penetração.

Já com relação às características químicas e a composição do óleo de girassol (Tabelas 02 e 03), as classificações permaneceram sem alterações significativas entre os anos 2020 e 2021, mostrando então se tratar de uma cultura resistente a diversas variações em condições de solo, sem alterar a qualidade e composição de seu óleo.

Tabela 2- Caracterização química do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) produzido no cerrado Sul-Matogrossense.

	Média 2020	Média 2021
% U semente	0,46	0,56
rendimento óleo	18,3	16,75
acidez (mgKOH/g)	0,62	0,72
iodo g I ₂ /100g	133,2	132,3
ME (kg/m)	923,9	928

Fonte: Autores, 2021.

Tabela 3- Composição do óleo de girassol (*Helianthus annuus L.*) produzido no cerrado Sul-Matogrossense.

	Média	Resultado em % 2020	Resultado em % 2021
C16:0	Palmitico	7,3	7,3
C18:1n9c	Oleico	28,1	29,3
C18:2n6c	Linoleico	50,4	51,3
C18:3n3	Linolênico	2,8	2,3
C22:0	Behênico	1,9	1,6
outros		9,5	8,2

Fonte: Autores, 2021.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que o girassol tem potencial como safra no cerrado sul mato-grossense, atingindo a média produtiva brasileira, entrando como possibilidade nos planejamentos de rotação de culturas da região, no entanto, se necessitam de estudos de comprovação dos mesmos resultados em condições de segunda safra.

Em condições de solo, se necessita de correções relacionadas a Ph, saturação de alumínio e soma de bases, no entanto, não foram fatores prejudiciais ao desenvolvimento e produtividade da cultura, mostrando assim, a rusticidade da mesma.

É importante ressaltar que com o avanço de pesquisas, novas adaptações de manejo demonstram auxiliar para uma maior produtividade da cultura nas condições regionais.

REFERÊNCIAS

BEHLING, M. Interpretação e Recomendação de Calagem e Adubação. **Embrapa**. Disponível em: <https://11nq.com/f1XN1>,

BRANDÃO, D S. *et al.* **Química e Fertilidade do Solo**. Porto Alegre - SAGAH, 2021.

CASTRO, C. de *et al.* **A cultura do girassol**. **Embrapa Soja-Circular Técnica** (INFOTECAE), 1996.

CASTRO, K. S. **Produção de biodiesel a partir do óleo de girassol através da transesterificação por rota metálica, utilizando KI/Zeólita Natural**, TCC (Química do petróleo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN, 2017.

CASTRO, M. A.; *et al.* Atributos físico-hídricos do solo ocupado com pastagem degradada e floresta nativa no Cerrado Sul-MatoGrossense **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Ituiutaba, v.3, n.2, p.498-512, 2012.

CORREIA, I. M. S. *et al.* Avaliação das potencialidades e características físico-químicas do óleo de Girassol (*Helianthus annuus L.*) e Coco (*Cocos nucifera L.*) produzidos no Nordeste brasileiro. **Scientia plena**, v.10, n.3, 2014.

DEAGRO, J. G. Relação Ca/Mg no solo. Gape Esalq. 2019. Disponível em: <https://gape-esalq.com.br/2019/12/31/relacao-ca-mg-no-solo>

GAZZOLA, A., *et al.* **A cultura do girassol**, ESALQ, Piracicaba - SP, 2012.

MANDARINO, J. M. G. *et al.* **Óleos: Alimentos funcionais**, Embrapa soja, Londrina - PR, 2005.

NASCIMENTO, L. S. *et al.* Resistência do solo à penetração em diferentes sistemas de uso e manejo na região do Cerrado. Embrapa Gado de Corte. 2020.

PERSON, L. C. **A cultura do girassol como estratégia de competitividade para o agronegócio regional e nacional: importância para a agroenergia e a alimentação**. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroenergia) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2012.

RABONATO, L. C. *et al.* Obtenção de óleo, farinha e biodiesel etílico a partir da prensagem a frio de amêndoas de girassol. **Energ. Agric**, Botucatu, v.32, n.3, p.309-316, julho-setembro, 2017.

RIBAS, M. L. **Caracteres agronômicos de cinco genótipos de Girassol (*Helianthus annuus L.*) avaliados em campos dos Goytacazes**, 58 f. Monografia (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-RJ. 2009.

SCAPINELLI, A. *et al.* Sistema radicular e componentes produtivos do girassol em solo compactado, **Bragantia**, Campinas, v.75, n.4, p.474-486, 2016

SEVERIANO, E. *et al.* Compactação do solo e produção de forragem de girassol solteiro e consorciado com capim-paiaguás na safrinha, XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal-RN, 2015

VALADÃO, F. C. A., *et al.* Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n.39, p.243-255, 2015.

Submetido em: 30/04/2024

Aceito em: 31/07/2024

Publicado em: 31/07/2024

Avaliado pelo sistema double blind review