

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias - ICA

Welder Ricardo Tiago Lemos

**RENDIMENTO DA CULTURA DO TRIGO EM DIFERENTES CLASSES DE SOLO
CULTIVADO SOB SISTEMA IRRIGADO EM ÁGUA FRIA DE GOIÁS**

Unai

2022

Welder Ricardo Tiago Lemos

**RENDIMENTO DA CULTURA DO TRIGO EM DIFERENTES CLASSES DE SOLO
CULTIVADO SOB SISTEMA IRRIGADO EM ÁGUA FRIA DE GOIÁS**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Júnior
Coorientador: Prof.Dr. Anderson Alvarenga Pereira

Unaí

2022


Welder Ricardo Tiago Lemos

**RENDIMENTO DA CULTURA DO TRIGO EM DIFERENTES CLASSES DE SOLO
CULTIVADO SOB SISTEMA IRRIGADO EM ÁGUA FRIA DE GOIÁS**


Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Engenheiro(a) Agrônomo(a).

Orientador: Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Júnior


Data de aprovação 04/03/2022.

 Documento assinado digitalmente
Renata Oliveira Batista
Data: 07/03/2022 11:58:41-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Profa. Dra. Renata Oliveira Batista
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

 Documento assinado digitalmente
ANDRE MEDEIROS DE ANDRADE
Data: 07/03/2022 20:17:09-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. André Medeiros de Andrade
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

 Documento assinado digitalmente
ALCEU LINARES PADUA JUNIOR
Data: 04/03/2022 18:30:20-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Júnior
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Unai

“Se não se arriscar algo por Deus, nada de grande se fará.”
São Luís Maria Grignion de Montfort

“É dever de todos proteger e conservar o maior patrimônio nacional, pois a nação que destrói o seu solo destrói a si mesma.”

Franklin Delano Roosevelt

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente, à Deus, que me concedeu forças para chegar até esse momento, a Ele sou eternamente grato.

Agradeço a minha mãe, que apesar de todas dificuldades que passamos juntos, nunca mediu esforços para me amparar, à senhora sou eternamente grato, te amo mãe.

Agradeço a cada membro de minha família, por sempre me apoiar, por estar ao meu lado e sempre dizer-me: “Você vai conseguir Ricardo.”

Agradeço minha namorada, Stéfanny Laylan, por toda ajuda na execução deste trabalho e pelo quanto mudou minha vida para melhor. Você é essencial em cada instante de minha vida. Juntos venceremos qualquer desafio. Te amo!

Agradeço aos meus amigos Matheus Onofre, Cleisson Teixeira, Gustavo Henrique e Arnon Palma, vocês me ajudaram muito.

Agradeço a todos funcionários da UFVJM, os porteiros, seguranças, auxiliares, secretários e aos professores, todo o conhecimento que adquiri devo a vocês. Faço um agradecimento especial aos Professores Alessandro Nicoli, Renata Oliveira, Sérgio Macedo e Wesley Esdras, a vocês meu muito obrigado!

Agradeço ao técnico de laboratório Paulo Sérgio por ser um excelente amigo, por ter paciência em tirar minhas dúvidas e ser um bom orientador durante a execução do projeto da horta.

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Júnior, por ser meu orientador, ter paciência para tirar minhas dúvidas, pelas práticas que fizemos em campo, em especial as trincheiras e amostragem de solos, pelos aconselhamentos, pelo estágio que fiz na fazenda Campo Limpo, em Formosa – GO. Saiba que foi o senhor quem despertou o meu interesse no estudo das ciências do solo e nutrição de plantas.

Agradeço meu co-orientador Prof. Dr. Anderson Alvarenga Pereira, por toda ajuda na execução deste trabalho, sua participação foi essencial.

Agradeço aos produtores rurais Lauri Pooz e Gabriel Knebel Fachinetto, que gentilmente cederam os dados necessários para a execução do presente trabalho.

E por último e não menos especial, agradeço aos colegas Iago Bastos e Laura de Lima por me ajudarem na execução deste trabalho, Deus lhes pague

RESUMO

O mapeamento de solos em áreas agrícolas é crucial para o manejo das lavouras por proporcionar o conhecimento das características químicas, físico-hídricas, morfológicas e biológicas de cada mancha de solo fornecendo subsídios para a tomada de decisões e aplicações de técnicas de manejo. Objetivou-se com este trabalho avaliar o rendimento da cultura do trigo irrigado em diferentes classes de solo. O trabalho foi realizado na fazenda Sete Irmãos em Água Fria de Goiás, onde os solos foram previamente identificados e classificados. Em um ponto a cada 10 hectares foram realizadas amostragens de solo, a fim de identificar as diferenças químicas, físicas e morfológicas dos solos. Para isso foram realizadas análises química, física de cada amostra a fim de gerar um mapa de solo com as respectivas imagens das classes identificadas que foram geoprocessadas no programa Qgis. Os mapas de solo e de produtividade da cultura foram sobrepostos a fim de correlacionar a produção com a mancha de solo previamente identificada. A área experimental apresentou diferentes classes de solo com a identificação de Plintossolo Pétrico Eutrófico, Latossolo Amarelo Eutrófico, Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico e Latossolo Vermelho Eutrófico. O mapa de colheita evidenciou diferenças de produtividade da cultura entre as manchas de solo. A mancha de Latossolo Vermelho Eutrófico foi a que proporcionou maior produtividade a cultura do trigo devido à ausência de petroplintita em subsuperfície quando comparado ao Plintossolo Pétrico, solo menos produtivo.

Palavras chave: Mapa de colheita. Plintossolo Pétrico. Latossolo. Petroplintita

ABSTRACT

Soil mapping in agricultural areas is crucial for crop management as it provides knowledge of the chemical, physico-hydric, morphological and biological characteristics of each soil patch, providing subsidies for decision making and application of management techniques. The objective of this work was to evaluate the yield of irrigated wheat in different soil classes. The work was carried out at the Sete Irmãos farm in Água Fria de Goiás, where the soils were previously identified and classified. At one point every 10 hectares, soil sampling was carried out in order to identify the chemical, physical and morphological differences of the soils. For this, chemical and physical analysis of each sample was carried out in order to generate a soil map with the respective images of the identified classes that were geoprocessed in the Qgis program. Soil and crop yield maps were superimposed in order to correlate yield with the previously identified soil patch. The experimental area presented different soil classes with the identification of Eutrophic Petric Plintisol, Eutrophic Yellow Latosol, Eutrophic Red Yellow Latosol and Eutrophic Red Latosol. The harvest map showed differences in crop productivity between soil patches. The Eutrophic Red Latosol patch was the one that provided greater productivity to the wheat crop due to the absence of subsurface petroplinthite when compared to the Petric Plintisol, a less productive soil.

KEYWORDS: Harvest Map. Petrus Plintisol. Latosol. Petroplintite

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 História e Origem do Trigo....	13
3.2. Mesorregião Leste Goiana	13
3.3 Esboço Geológico	14
3.4 Solos da Região Leste de Goiás	14
3.5 Atributos Químicos que Afetam o Rendimento das Culturas Agrícolas	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Localização do Experimento.....	17
4.2 Levantamento de Solos.....	17
4.3 Descrição dos Morfológica dos Solos.....	18
4.4 Atributos Químicos dos Solos.....	17
4.5 Características da Cultivar.....	18
4.6 Tratos Culturais.....	19
4.7 Rendimento da Cultura	20
4.9 Análise de Classificação.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.	20
5.1 Levantamento de Solos.....	20
5.2 Avaliação Química dos Solos.....	22
5.3 Mapas de Colheita.....	24
5.4 Sobreposição de Mapas de Colheita e Mapas de Solos.....	25
5.5 Uso de Mapas de Solo para Elaborar Zonas de Manejo.....	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

O atual cenário econômico brasileiro, denota a força e a representatividade do agronegócio. A cada ano, novos recordes de produtividade são alcançados e confirma a vocação do país para as atividades agropecuárias. O levantamento realizado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), apontam que houve um aumento de 0,4% no PIB do agronegócio no terceiro trimestre de 2021. Esse percentual representa uma participação da agropecuária no PIB nacional de aproximadamente 26,6%.

O consumo dos derivados do trigo além de muito apreciado pela população, é importante para uma boa nutrição. Esse cereal é de fonte de proteínas, gorduras, fibras, cálcio, ferro, ácido fólico e constitui uma excelente fonte de energia. Dados das Organizações das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), afirmam que o trigo é o segundo cereal mais consumido no mundo, algo em torno de 740 milhões de megagramas no ano de 2017.

O Boletim da Safra de Grãos da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), em seu 5º Levantamento da safra 2021/22, aponta uma área cultivada com trigo de aproximadamente 2.739.300 hectares, com uma produtividade média de 2.803 Kg ha⁻¹, e uma produção de 7.679.400 megagramas (CONAB, 2022).

O solo é um recurso imprescindível para perpetuação dos seres vivos sobre a terra. Fisicamente o solo funciona como base para as atividades humanas, reservatório de água, meio para descarte de resíduos entre outras finalidades (AVEZEDO e DALMOLINI, 2006).

Nesse sentido, o mapeamento de solos é de grande importância para a atividade agrícola como um todo por ser ferramenta fundamental para o planejamento e gerenciamento dos recursos naturais (CARVALHO; NUNES; ANTUNES, 2013). Pedron *et al.* (2007), ressaltam que os solos possuem propriedades químicas, físico-hídricas, morfológicas e mineralógicas que permitem determinar suas potencialidades e limitações. Além disso, os autores enfatizam que o mapeamento e classificação dos solos é ferramenta básica de manejo que gera informações essenciais para a tomada de decisões com base nessas propriedades conhecidas através dessa técnica.

BAZZI *et al.* (2008), afirmaram que os mapas de colheita ou mapas de produtividade são obtidos por meio de sensores acoplados nas colhedoras, que apresentam os dados em formato de gráficos, tabelas ou georreferenciados em mapas. Essas informações ficam especializadas e permitem aos gestores investigar as causas de oscilações no rendimento das culturas.

A região Centro-Oeste do Brasil tem como expoente as atividades agropecuárias. O município de Água Fria localizado no estado de Goiás se encontra na porção denominada Planalto Central Brasileiro, o que justifica a presença de chapadas em seu relevo. A altitude média gira em torno de 941 metros, o que contribui para um bom regime pluviométrico, além de favorecer bons rendimentos agropecuários. A região conta com a presença de empresas de alto nível tecnológico, produtores de pequena, média e grande escala e com altas médias de rendimento das culturas agrícolas. No entanto, existem relatos de produtores sobre as potencialidades e limitações dos solos existentes nas propriedades, que por vezes inconformados com o alto investimento em insumos e o baixo rendimento da cultura.

Compreende-se, então, que este trabalho tem como finalidade identificar os atributos químicos, físico-hídricos e morfológicos que podem influenciar as oscilações de produtividade da cultura do trigo. Espera-se que, com os resultados seja possível determinar os principais fatores do solo que interferem em altos rendimento, corroborando que, nem todo solo fértil proporcione as maiores produtividades. Na área estudada há presença de diferentes classes de solos com alta fertilidade, porém com divergências na produtividade. Diante do exposto, entende-se que um dos fatores que justificam as disparidades está relacionado com os atributos morfológicos dos solos confirmando que os Latossolos apresentam melhores rendimentos por possuir melhores propriedades físicas em relação aos Plintossolos Pétricos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral: Avaliar o potencial produtivo da cultura do trigo irrigado em diferentes classes de solos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 História e Origem do Trigo

A cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) é um cereal fonte de proteínas com ampla variedade de subprodutos (DE MORI, 2015). Conforme com De Mori (2015), e Silva *et al.* (1996) acredita-se que o centro de origem do trigo é a região em torno dos rios Tigres e Eufrates (África). No Brasil, foi introduzido na Capitania de São Vicente, atual estado de São Paulo, por Martim Afonso de Souza em 1534 (JACOBSEN, 2003). RIBEIRO JÚNIOR *et al.* (2007), afirmaram que a introdução do trigo no cerrado se deu como uma alternativa para a rotação de culturas. O cereal apresenta grande potencial produtivo e ampla capacidade de produzir palhada para áreas de plantio direto. A inserção do trigo nas áreas de cultivo irrigado, é extremamente conveniente, por quebrar o ciclo de algumas pragas que ocorrem com ciclos repetitivos de leguminosas. O cereal foi inserido tanto no Brasil quanto na Argentina quase simultaneamente, no entanto, apresentou melhores resultados na Argentina devido às condições de solo e clima (BRUM, 2004). Com o auxílio dos programas de melhoramento genético e aperfeiçoamento dos sistemas de cultivo tem possibilitado a expansão do cultivo e aumento do rendimento do trigo no território nacional (DE MORI, 2015). O Sul do país é a região mais representativa, com 94,7% da produção total nacional, seguido pelas regiões Sudeste e Centro-Oeste, com 3,8% e 1,5%, respectivamente (Conab, 2022). Atualmente a área semeada com trigo é de 2.715.400 hectares, esse número representa um crescimento de 16%, a produtividade média é estimada em 2.832 kg ha⁻¹, o valor representa um acréscimo de 6,3%, e contribui para uma produção de 7.688.700 mil megagramas (CONAB, 2021). Entretanto, no estado de Goiás o rendimento médio foi abaixo do estimado, devido à vários fatores, em especial a escassez hídrica. Em linhas gerais o aumento na área plantada possibilitou um incremento na produção média total em relação a 2020, volume que permitiu incremento de 39,9% em relação à safra passada, colaborando para um estoque de 129,3 mil toneladas

3.2 Mesorregião do Leste Goiano

A região Centro-Oeste do Brasil, possui uma área estimada de 1.606.366,8 milhões de km² (IBGE, 2010). A mesorregião do Leste Goiano é constituída pelas microrregiões do Vão do Paraná e do Entorno do Distrito Federal, a primeira microrregião é constituída pelos

municípios de Alvorado do Norte, Buritinópolis, Damianópolis, Divinópolis de Goiás, Flores de Goiás, Guarani de Goiás, Iaciara, Mambaí, Posse, São Domingos, Simolândia e Sítio D'Abadia. A segunda microrregião é formada pelos municípios de Abadiânia, Água Fria de Goiás, Água Lindas de Goiás, Alexânia, Cabeceiras, Cidade Ocidental, Cocalzinho de Goiás, Corumbá de Goiás, Cristalina, Formosa, Luziânia, Mimoso de Goiás, Novo Gama, Padre Bernardo, Pirenópolis, Planaltina, Santo Antônio do Descoberto, Val Paraíso de Goiás, Vila Boa e Vila Propício. O município de Água Fria de Goiás possui uma população estimada em 5.843 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 2.029,416 km² (IBGE, 2020). De acordo com a classificação climática de Köppen a região do Leste goiano apresenta clima tropical, com inverno seco (Aw) (CARDOSO, 2014). O município apresenta uma produtividade média de 7.615 toneladas de trigo, ocupando a posição de segundo maior produtor estadual em rendimento médio (IBGE, 2017). O extremo leste do estado de Goiás tem apresentado elevados índices de produtividade agropecuária, denotando sua grande importância para os agronegócios brasileiros (FREITAS, 2011).

3.3 Esborço Geológico

A região apresenta ocorrência predominante de rochas do Grupo Bambuí, resultado de deposições de fácies marinhas na borda leste (NASCIMENTO, 1992). Dentro desse grupo tem a ocorrência do subgrupo Paraopeba Indiviso (pēbp) com a presença de rochas do tipo siltito, siltito calcífero, ardósia, calcário e quartzito (COSTA et al., 2012). Os dobramentos que formam o Grupo Bambuí são constituídos pelas formações do Paraopeba (pelitos e calcários, principalmente) e do Paranoá (quartzitos e pelitos) (DO NASCIMENTO, 1992).

3.4 Solos da Região Leste de Goiás

A Região Leste de Goiás há predomínio de solos oriundos de rochas subjacentes. Dessa maneira, regiões denominadas complexos básicos e ultrabásicos, onde se encontram as cidades de Niquelândia e Barro Alto, associa-se solos férteis como os Brunizém Avermelhados (Chernossolos), Terra Rocha Estruturada (Nitossolos Vermelho), e Latossolos Roxos Distróficos (DO NASCIMENTO, 1992). De acordo com Nascimento (2017), os Latossolos são as classes de solos mais abundantemente na região, correspondendo um percentual de 36,6 %, totalizando uma área de 136.862,33 km². A segunda classes mais a abundante são os Neossolos, com ocorrência em pontos isolados na porção sudoeste, oeste, centro, norte e com pontos de

ocorrência nas bordas do vão do Paranã, correspondendo a um total de 21,6 %, que representa uma área de 80.762,17 km². Destaca-se a ocorrência dos Cambissolos e Argissolos na proporção de 19,5% e 15,5%, respectivamente. Os Gleissolos e Plintossolos estão presentes em menor quantidade, algo em torno de 3,2% e 2,8%.

3.5 Atributos dos solos que afetam o rendimento das culturas agrícolas

O rendimento de uma lavoura é condicionado a vários fatores, sendo a textura do solo um dos pontos cruciais que influencia no acúmulo de nutrientes na planta, em especial o fósforo (P), enxofre (S) e zinco (Zn) (SANTOS, 2008). Na mesma linha de pesquisa (Vidigal *et al.*, 2009) descrevem os macronutriente magnésio (Mg), P e S menos absorvidos nas cucurbitáceas melancia e abóbora, cultivadas em Neossolo Quartzarênico.

A nova vertente da agricultura nacional tem substituído as áreas ocupadas por pastagens degradadas na região do cerrado por culturas agrícolas. Entretanto, um dos grandes fatores limitantes nestas áreas são os elevados teores de alumínio tóxico (Al^{3+}), baixa fertilidade natural, dentre outras variáveis de produção. Considerando que o centro oeste tem como vegetação nativa principal o bioma do cerrado, algo em torno de 2 milhões de km², enfatiza-se a presença de solos ácidos e com alto teor de Al. Nesse ambiente é muito comum a ocorrência de Latossolos e Argissolos (EMBRAPA, 2018). De maneira geral as classes de solos desses ambientes apresentam baixos teores de nitrogênio (N), P, potássio (K), cálcio (Ca^{2+}), Mg^{2+} , Zn, boro (B) e cobre (Cu), além de elevados valores de saturação por alumínio (m%) e alta fixação de P (LOPES, 1992).

A fertilidade do solo é um fator de extrema importância, em baixos níveis afeta o rendimento das culturas agrícolas, especialmente gramíneas como milho, trigo, entre outras interferindo diretamente no rendimento de grãos. No aspecto fisiológico ocasiona crescimento enfiado e redução do potencial de utilização dos produtos da fotossíntese (COSTA, 1996). Desse modo, solos férteis permitem o desenvolvimento das civilizações e geração de riquezas. Os nutrientes presentes no solo representam um dos requisitos fundamentais que garantem a boa qualidade dos solos e, que favorecem altos rendimentos para as culturas agrícolas (LOPES; GUILHERME, 2007).

Em solo brasileiro, a exigência de fertilidade natural deixou de ser uma necessidade, já que com técnicas agrícolas como uso de fertilizantes e corretivos, possibilitou tornar solos anteriormente considerados impróprios para agricultura altamente produtivos (RAIJ, 2017). O emprego de tecnologias permite aos agricultores utilizarem ferramentas que possibilitam

melhorar o desempenho dos insumos, aumentar a eficiência agronômica de fertilizantes e entender as implicações causadas pelas estruturas morfológicas dos solos e o comportamento das partículas do solo. A presença de partículas grandes, como petroplintitas ou fragmentos de rochas nos primeiros centímetros de solo influi para alta variabilidade nos rendimentos de culturas anuais, como soja, milho, feijão, sorgo e até o trigo. Os Plintossolos são associados com áreas menos produtivas, porém há exceções. As causas das oscilações está associada com a concentração de concreções, que influi na Água Disponível (AD) e doses sobrestimadas de corretivos (PÁDUA JUNIOR *et al.*, 2019).

Em áreas de cerrado, os Latossolos são a classe de solo predominante (ADÂMOLI *et al.* 1985; CORREIA *et al.* 2002). Esses solos são extremamente intemperizados, processo que ocasiona a lavagem das bases trocáveis e, por conseguinte, redução da fertilidade e elevação da acidez, contudo possui boas características físicas (Goedert, 1980; Kluthcouski *et al.*, 2003). Os Latossolos de textura argilosa a muito argilosa, apresentam menor água disponível (AD) em função da formação de microagregados, que favorecem a rápida infiltração de água no solo, comportamento semelhante ao encontrado em solos de textura arenosa (Alleoni e Camargo, 1994). Diante do exposto, é possível compreender que nos Latossolos, ao contrário dos Argissolos, à infiltração de água em profundidade é muito rápida, quando apresentam textura média, tendendo à arenosa (15 – 25% de argila), tendem a apresentar relações solo-água-planta semelhantes à dos Neossolos Quatzarênicos. A presença de plintita ou material ferruginoso, faz com que a infiltração ocorra mais lentamente favorecendo o desenvolvimento das plantas.

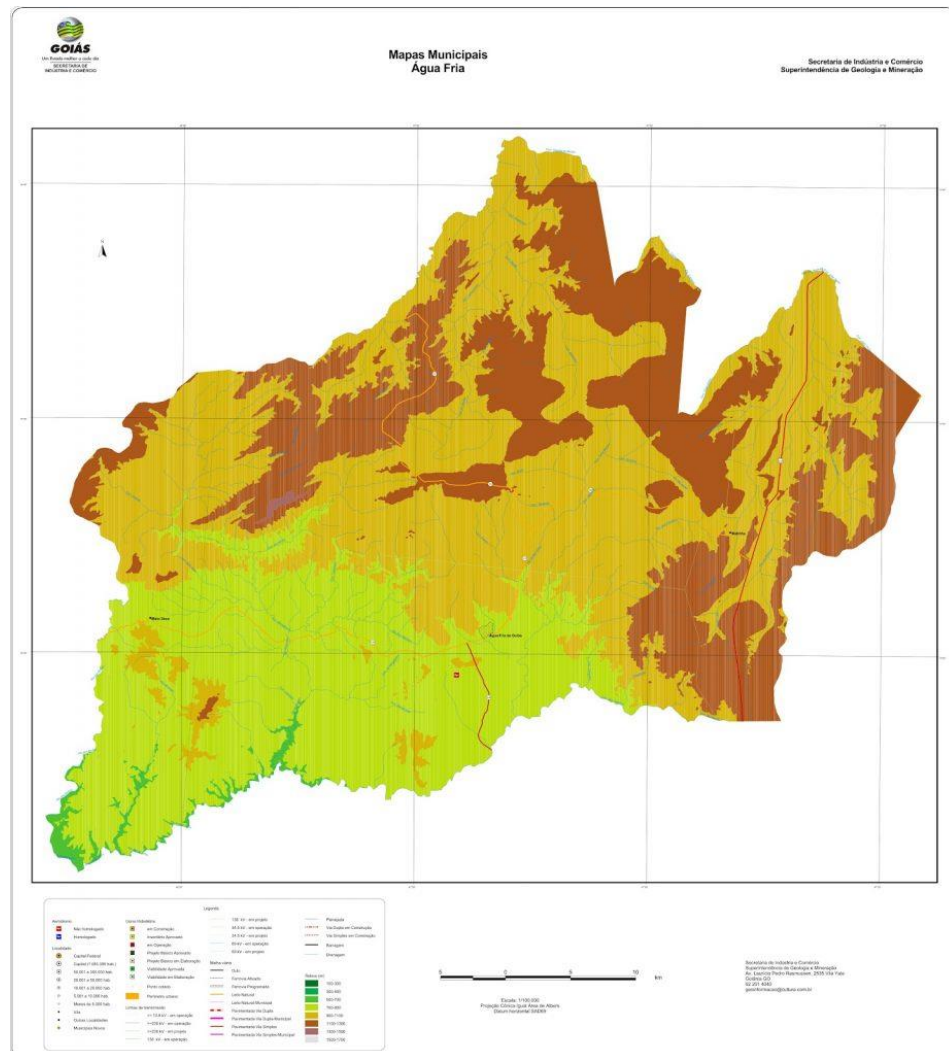
Os Plintossolos são solos minerais formados em condições de alagamento temporário e restrições à infiltração de água. Apresentam elevada plintitização, com a presença ou ausência de petroplintita (Santos *et al.*, 2018). Essa classe está presente em 7% do território nacional (S *et al.*, 2011). Possuem altos valores de acidez, elevados teores de alumínio trocável, baixos índices de saturação por bases (V%) e elevada saturação por alumínio (m%) (S e B, 1996; L *et al.*, 2006; A *et al.*, 2007; C *et al.*, 2012; G *et al.*, 2013; M *et al.*, 2013). Endente-se que suas principais limitações são a baixa fertilidade natural e os problemas relacionados a má drenagem. Na região Centro-Oeste o uso de técnicas de irrigação e drenagem permite o cultivo de grãos, aliado ao uso de insumos, que visam impedir o endurecimento irreversível da plintita (IBGE, 2015). Esse processo é um dos principais impedimentos para o bom rendimento das culturas uma vez que a petroplintita funciona como impedimento físico para o desenvolvimento de raízes e, por conseguinte, redução da exploração do volume de solo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização do Experimento

O trabalho foi realizado na Fazenda Sete Irmãos (latitude 14° 48' 55,03'' S e longitude 47° 42' 48,96'' W) com 941 m de altitude, localizada no município de Água Fria, estado de Goiás (figura 1). O trigo foi cultivado em sistema de plantio direto em sucessão com milho sob irrigação via pivô central com área de 104 hectares, (Figura 1). O clima segundo a classificação de Köppen é o Aw (clima tropical com estação seca no inverno e verão chuvoso) (KOPPEN, 1928).

Figura 1 - Mapa do município de Água Fria de Goiás, elaborado pelo governo do Estado.



4.2 Levantamento de Solos

A fim de avaliar o solo da área experimental, foi realizado levantamento técnico deste para identificar as classes predominantes. Para isso, foram realizadas coletas de 10 amostras de solos em pontos diferentes do pivô sendo uma coleta a cada 10,4 hectares nas profundidades 0 – 20 cm, 20 – 40 cm e 80 – 100 cm, com auxílio de um trado holandês. A coleta de um ponto a cada 10,4 ha é considerada como escala semidetalhada conforme Prado (2019).

4.3 Descrição Morfológica das Classes de Solos

A descrição morfológica dos perfis foi realizada conforme metodologia proposta por Santos *et al.* (2013). As classes de solo foram identificadas por meio de tradagens na camada de 0 – 20 cm, 20 – 40cm e 80 – 100 cm. Os parâmetros avaliados foram a cor, presença ou ausência de cascalho e mosqueados. A cor de solo foi descrita conforme a carta de Munsell (1900).

4.4 Atributos Químicos dos Solos

Foram realizadas análises químicas com base nas profundidades de 0-20 (horizontes A e Ac) e 20-40 (horizontes de transição A/B e A/Bc) e 80-100 cm (horizontes B e Bc), sendo determinados pH em H₂O e pH em KCl, retenção de cátions (RC em cmol_c dm⁻³), matéria orgânica (M.O. em g cm⁻³), P e S (mg dm⁻³), K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Al³⁺, H+Al, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) (em cmol_c dm⁻³) e saturação por bases (V%) de acordo com metodologia proposta por EMBRAPA (1997).

4.5 Características da cultivar

A cultivar semeada na área foi a BRS 264, desenvolvida pela Embrapa Trigo para o cultivo em áreas irrigadas do cerrado. Dentre as características, se destaca a ampla adaptabilidade às regiões de cerrado dos estados de Minas Gerais, Mato Grosso, Distrito Federal e Goiás. Apresenta ciclo super precoce, espigamento em 40 dias e maturação com 110 dias. Possui alto rendimento e excelente aceitação pela indústria. Dentre as características agrônomicas, se destaca a altura média de planta de 80 cm, a produtividade média de 6.000 kg ha⁻¹ e peso de mil sementes (PMS) de 40g. É resistente a debulha e moderadamente resistente ao acamamento. Em sistema de cultivo irrigado a época preferencial de semeadura vai de 20/04 a 30/05. Foi semeada no dia 14/05/2021 e colhida no dia 31/08/2021.

4.6 Tratos Culturais

Os tratos culturais são medidas de manejo que visam favorecer o desenvolvimento das plantas, as práticas variam conforme a época de plantio, estágio fenológico da cultura, condições climáticas predominantes e características intrínsecas da cultura. Os tratos culturais adotados estão apresentados na tabela 1 com as especificações de insumos e produtos fitossanitários utilizados com suas respectivas dosagens.

Tabela 1 – Insumos e produtos fitossanitários utilizados na cultura do trigo irrigado em Água Fria de Goiás na safra de inverno 2021.

NOME	PRODUTO	DOSE	ÉPOCA DE APLICAÇÃO
BOROGRAN 9	Fertilizante	28,846 kg ha ⁻¹	06/05/2021
IHAROL GOLD	Adjuvante	0,1500 L ha ⁻¹	06/05/2021
AMINOL 806	Herbicida	0,5000 L ha ⁻¹	06/05/2021
XEQUE MATE	Herbicida	2,0000 L ha ⁻¹	06/05/2021
COPEMAIS 05-35-10 S	Adubo	196,154 Kg ha ⁻¹	10/05/2021
DEROSAL PLUS	Fungicida	0,500 L ha ⁻¹	12/05/2021
MUCH FS 600	Inseticida	0,200 L ha ⁻¹	12/05/2021
UREIA	Adubo	312,5 Kg ha ⁻¹	25/05/2021
SILICON F	Adjuvante	0,001 L ha ⁻¹	31/05/2021
AMPLIGO	Inseticida	0,150 L ha ⁻¹	31/05/2021
ZARTAN	Herbicida	0,400 Kg ha ⁻¹	31/05/2021
VOLUBILIS	Adjuvante	0,096 L ha ⁻¹	08/06/2021
NATIVO SC 700	Fungicida	0,700 L ha ⁻¹	08/06/2021
TOPIK 240 EC	Herbicida	0,200 L ha ⁻¹	11/06/2021
MODDUS	Regulador de Crescimento	0,350 L ha ⁻¹	16/06/2021
NIMBUS	Adjuvante	0,150 L ha ⁻¹	24/06/2021
FUSÃO EC	Fungicida	0,200 L ha ⁻¹	24/06/2021
OPERA	Fungicida	0,600 L ha ⁻¹	24/06/2021
UNIZEB GOLD	Fungicida	1,500 Kg ha ⁻¹	01/07/2021
PERITO 970 SG	Inseticida	0,400 Kg ha ⁻¹	06/07/2021
KARATE ZEON	Inseticida	0,030 L ha ⁻¹	09/07/2021
NUPRID 700 WG	Inseticida	0,200 Kg ha ⁻¹	22/07/2021
PREMIO	Inseticida	0,050 L ha ⁻¹	22/07/2021
KAISO 250 CS	Inseticida	0,100 L ha ⁻¹	24/07/2021

4.7 Rendimento da cultura

Os dados de rendimento da cultura foram obtidos por meio do banco de dados da fazenda e por mapas de colheita fornecidos pelas colhedoras. Os mapas de produção foram analisados em conjunto com os mapas de solos, a fim de avaliar possibilidade de influência química e morfológica do solo sobre a produtividade do trigo. Os mapas foram confeccionados no programa Qgis. O Quantum Gis é um software de código aberto distribuído gratuitamente na internet. Essa ferramenta permite o processamento de imagens de satélites e a interpolação espacial de dados.

4.8 Análise de Classificação

Foi realizada análise de classificação ou *cluster* de acordo com Malhotra (2006), utilizando o método hierárquico. Em relação ao modelo utilizado, adotou-se o modelo *Ward*, que tem se revelado eficiente, sendo o modelo mais utilizado nos métodos hierárquicos.

Segundo Malhotra (2006), a análise de agrupamento ou análise de *clusters*, é uma técnica usada para classificar objetos ou casos em grupos relativamente homogêneos chamados de agrupamentos ou conglomerados. Assim, os objetos em cada agrupamento tendem a ser semelhantes entre si, mas diferentes de objetos em outros agrupamentos.

Por isso, três questões fundamentais devem ser consideradas na aplicação da análise de agrupamento: primeira, como será medida a similaridade dos dados; segunda, como formar os agrupamentos; e por fim como decidir quantos grupos formar. As medidas de distância representam a similaridade, que é representada pela proximidade entre as observações ao longo das variáveis.

A aglomeração hierárquica se caracteriza pelo estabelecimento de uma hierarquia ou estrutura em forma de árvore. A aglomeração hierárquica interliga os objetos por suas associações, produzindo uma representação gráfica chamada de dendrograma, onde os objetos semelhantes, segundo as variáveis estudadas, são agrupados entre si.

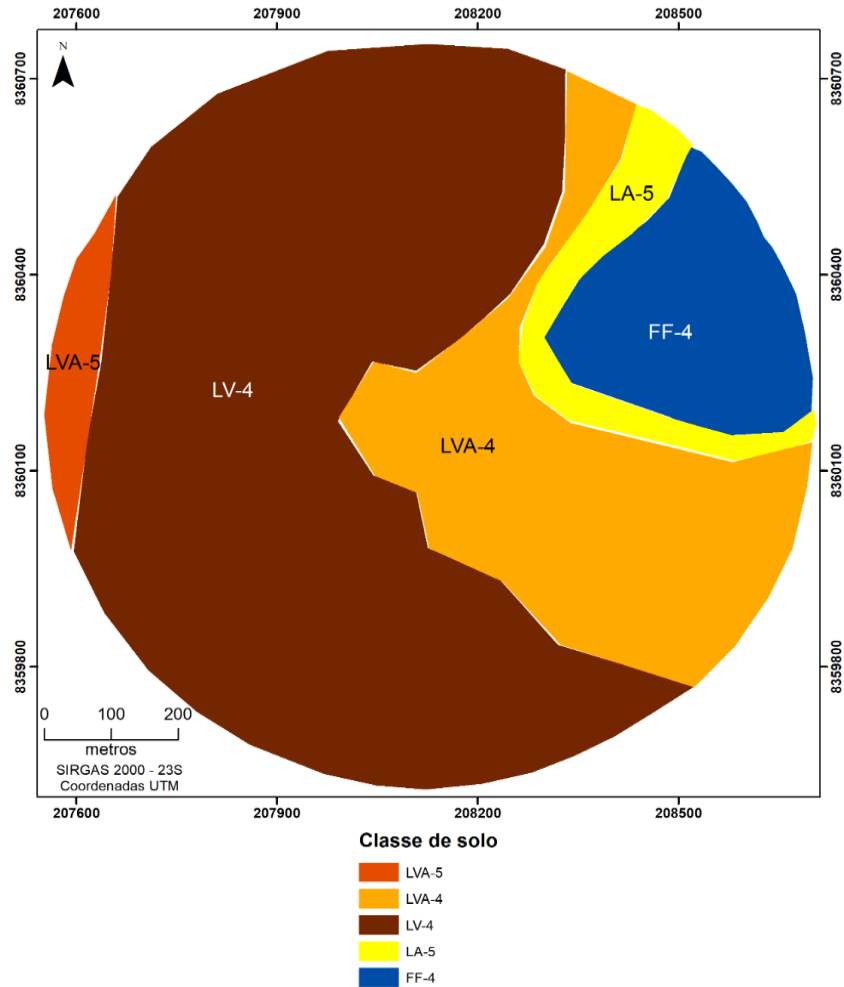
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

5.1 Levantamento de solos

Baseado no levantamento foram identificados cinco tipos de solo com grande variação morfológica, o que demonstra uma grande heterogeneidade na área do experimento

(figura 2). Os solos identificados foram Latossolo Vermelho Amarelo (LVA-5), Latossolo Vermelho (LV-4) , LVA-4, Plintossolo Pétrico (FF-4) e Latossolo Amarelo (LA-5).

Figura 2 - Mapa de solos da área do estudo.



Houve grande variação morfológica dos solos identificados, os solos identificados como FF apresentam cascalho (petroplintita) em todo perfil e estão localizados no terço superior da área de estudo. Nas áreas próximas do FF o solo não apresentou petroplintita em superfície e o LA e o LVA se tornam mais comuns no terço médio do pivô, porém com petroplintita abaixo de 0,4 m. Do terço médio para o terço inferior o solo se tornou de coloração vermelha e classificado como LV sem cascalho no perfil do solo e na área de coloração laranja escura uma pequena mancha de LVA com petroplintita em subsuperfície (Figura 2). Fernandes *et al.* (1978) ressaltam que a permeabilidade dos solos se encontra diretamente relacionada com o volume de poros com diâmetro maior que 0,07 mm, bem como a quantidade de AD para as culturas

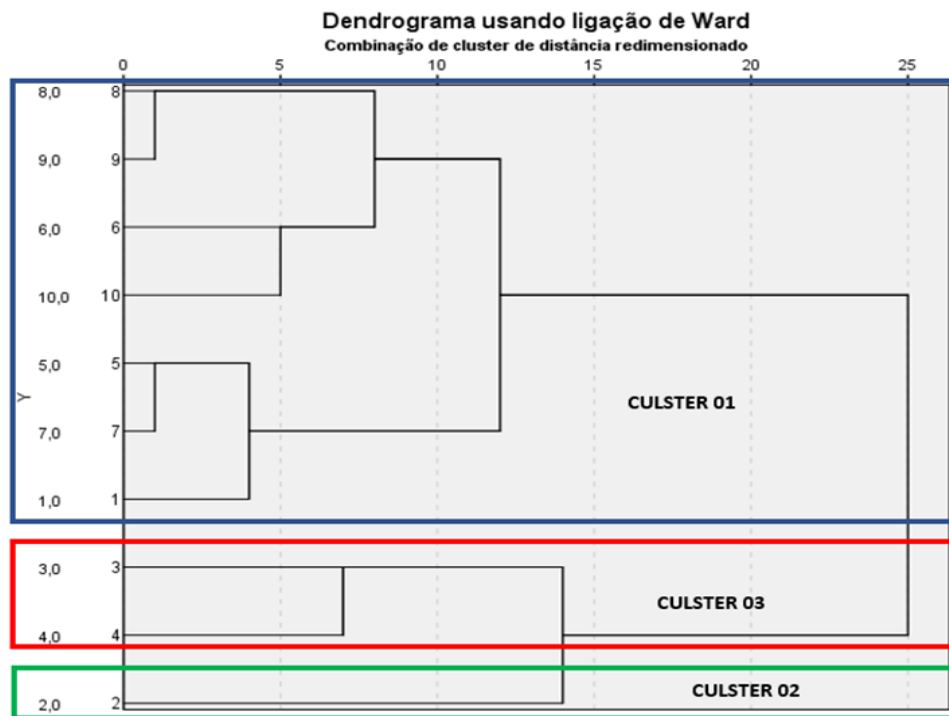
agrícolas. Também Resende (1985) e Resende *et al.* (1999) enfatizam que os Latossolos mesmo quando muito argilosos, podem apresentar rápida infiltração de água devido à estrutura granular muito pequena. Deshpande *et al.* (1968), afirmaram que os óxidos de ferro têm grande importância na agregação de solos tropicais.

5.2 Avaliação química dos solos

De todas 10 as amostragens de perfil de solos realizadas na área de estudo, 9 amostras (90%) apresentam condição química eutrófica ($V = >50\%$) sendo denominados solos férteis. O único ponto em que o solo foi classificado de caráter distrófico, apresentou saturação por bases ($V\%$) muito próxima do caráter eutrófico ($V = 49,3\%$) (Tabela 1).

No dendrograma (figura 3), em que foi realizada a análise dos atributos químicos dos solos, foi possível separar os solos em três grupos. O grupo 1 apresentou mais solos agrupados com predomínio da classe LV, o grupo 2 com predomínio dos LVA e o grupo 3 (FF) com cascalho em todo o perfil do solo.

Figura 3 - Resultado da análise de classificação.



A condição química do perfil do solo tem grande influência no aprofundamento do sistema radicular que, por sua vez têm forte ligação com a AD, de fundamental importância no período de estresse hídrico (FRANCHINI, 2008). Prado (1993), reclassificou o conceito distrófico ($V\% < 50\%$) em mesotrófico, distrófico e mesoálico, prevendo que a cana-de-açúcar produziria mais em solos mesotróficos do que distróficos. Posteriormente, pesquisas de Landell

et al. (2003), apontaram que há influência das condições químicas das camadas subsuperficiais no rendimento da cana-de-açúcar. A relação caráter químico do solo e rendimento da cultura da cana-de-açúcar foi maior a partir do terceiro corte (colheita) de acordo com os seguintes caracteres químicos: eutrófico>mesotrófico>distrófico>alíco>ácrico. Mascarenhas e Tanaka (1995), avaliaram que a saturação por alumínio (m%) entre 15 e 67%, reduziu o volume de raízes das culturas do trigo e da soja.

Em cultivares de trigo sensíveis pode ocorrer o acúmulo de Al^{3+} no córtex e epiderme da raiz (DELHAIZE et al., 1993). Por outro lado, como os solos do estudo são de elevada fertilidade, o teor de Al^{3+} no perfil de solo não prejudica o desenvolvimento das plantas. Outros atributos podem controlar a dinâmica de nutrientes no solo e afetar a produtividade das plantas. A tabela 2 apresenta os parâmetros químicos nas profundidades 0-20, 20-40 e 80 – 100 cm. É possível observar que os teores de Al^{3+} estão nulos na maioria dos resultados permitindo supor que a redução de rendimento está relacionada com outros atributos dos solos.

Tabela 2 - Resultado de análise de solos fazenda Sete Irmãos, Água Fria de Goiás, safra de inverno, ano 2021.

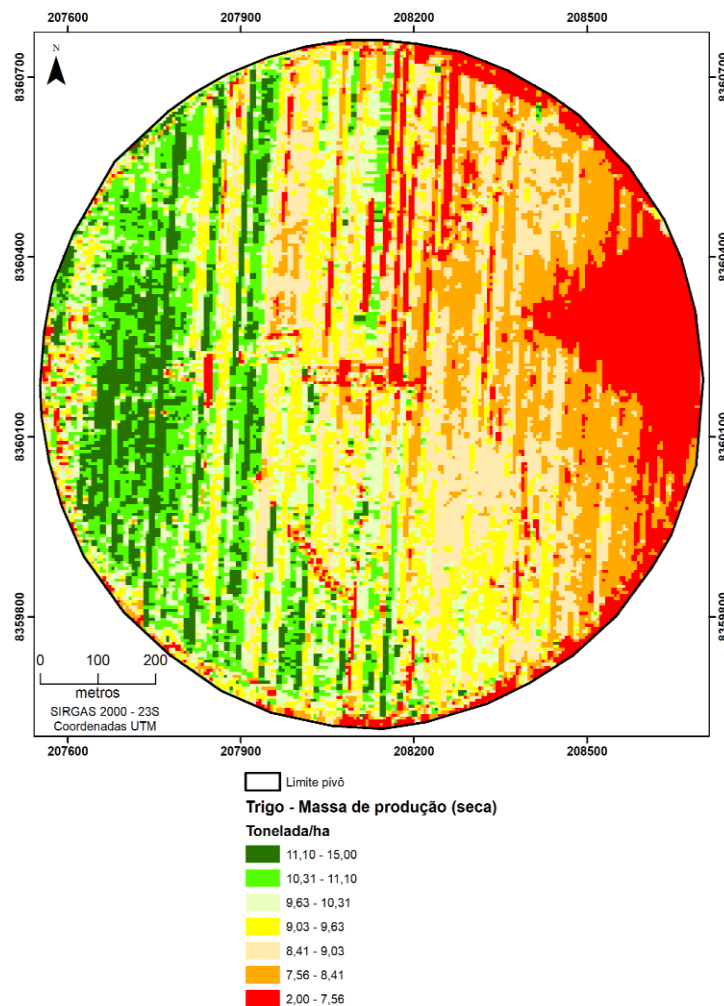
Amostra	Prof (cm)	pH H ₂ O	MO g/dm ³	P mg/dm ³	mmol/dm ³								
					k	Ca	Mg	Al	H	H+Al	SB	CTC	V%
PT.01	0-20	6,7	27,0	49,0	2,1	41,0	7	0,0	25	25	50,1	75,1	66,7
PT.01	20-40	6	17,0	2,0	0,8	20,0	6	0,0	22	22	26,8	48,8	54,9
PT.01	80-100	6,4	10,0	1,0	0,3	19,0	6	0,0	18	18	25,3	43,3	58,4
PT.02	0-20	6,8	27,0	90,0	4,1	81,0	31	0,0	20	20	116,1	136,1	85,3
PT.02	20-40	5,5	24,0	18,0	2,3	37,0	15	5,0	37	42	54,3	96,3	56,3
PT.02	80-100	6,3	5,0	1,0	1,7	18,0	8	0,0	15	15	27,7	42,7	64,8
PT.03	0-20	6,7	29,0	67,0	2,2	85,0	18	0,0	25	25	105,2	130,2	80,7
PT.03	20-40	5,9	24,0	12,0	0,8	59,0	20	0,0	34	34	79,8	113,8	70,1
PT.03	80-100	6,3	10,0	1,0	0,5	21,0	7	0,0	20	20	28,5	48,5	58,1
PT.04	0-20	7,5	34,0	34,0	7,0	56,0	21	0,0	15	15	84,0	99,0	84,8
PT.04	20-40	5,9	24,0	2,0	7,5	26,0	9	0,0	28	28	42,5	70,5	60,2
PT.04	80-100	6,4	12,0	1,0	1,1	18,0	9	0,0	18	18	28,1	46,1	60,9
PT.05	0-20	6,4	34,0	24,0	0,9	37,0	13	0,0	28	28	50,9	78,9	64,5
PT.05a	20-40	5,6	24,0	6,0	0,4	22,0	8	0,0	31	31	30,4	61,4	49,5
PT.05	80-100	6,3	13,0	1,0	0,2	17,0	4	0,0	20	20	21,2	41,2	51,4
PT.06	0-20	6,8	41,0	60,0	4,4	62,0	22	0,0	25	25	88,4	113,4	77,9
PT.06	20-40	5,8	39,0	74,0	1,7	43,0	13	0,0	47	47	57,7	104,7	55,1
PT.06	80-100	6,1	18,0	2,0	0,4	17,0	7	0,0	25	25	24,4	49,4	49,3
PT.07	0-20	6,3	32,0	50,0	2,0	42,0	16	0,0	31	31	60,0	91,0	65,9
PT.07	20-40	5,5	25,0	19,0	0,7	26,0	9	2,0	36	38	35,7	73,7	48,4

PT.07	80-100	6,4	12,0	1,0	0,3	18,0	5	0,0	20	20	23,3	43,3	53,8
PT.08	0-20	6,3	36,0	37,0	3,8	48,0	18	0,0	31	31	69,8	100,8	69,2
PT.08	20-40	5,4	25,0	3,0	1,6	26,0	15	0,0	38	38	42,6	80,6	52,8
PT.08	80-100	6	12,0	1,0	0,5	23,0	7	0,0	20	20	30,5	50,5	60,3
PT.09	0-20	5,9	34,0	18,0	1,7	47,0	18	0,0	34	34	66,7	100,7	66,2
PT.09	20-40	5,4	24,0	2,0	1,0	27,0	13	2,0	36	38	41,0	79,0	51,8
PT.09	80-100	6,3	13,0	1,0	0,5	23,0	8	0,0	22	22	31,5	53,5	58,8
PT.10	0-20	6,5	37,0	120,0	4,3	57,0	20	0,0	31	31	81,3	112,3	72,3
PT.10	20-40	6	30,0	27,0	3,4	37,0	12	0,0	34	34	52,4	86,4	60,6
PT.10	80-100	6,3	13,0	1,0	0,6	16,0	7	0,0	18	18	23,6	41,6	56,7

5.3 Mapa de colheita

Na figura 4 apresentamos o mapa de colheita da cultura do trigo, onde demonstra uma grande similaridade com o mapa de solo da área de estudo.

Figura 4 - Mapa de colheita da área de estudo.

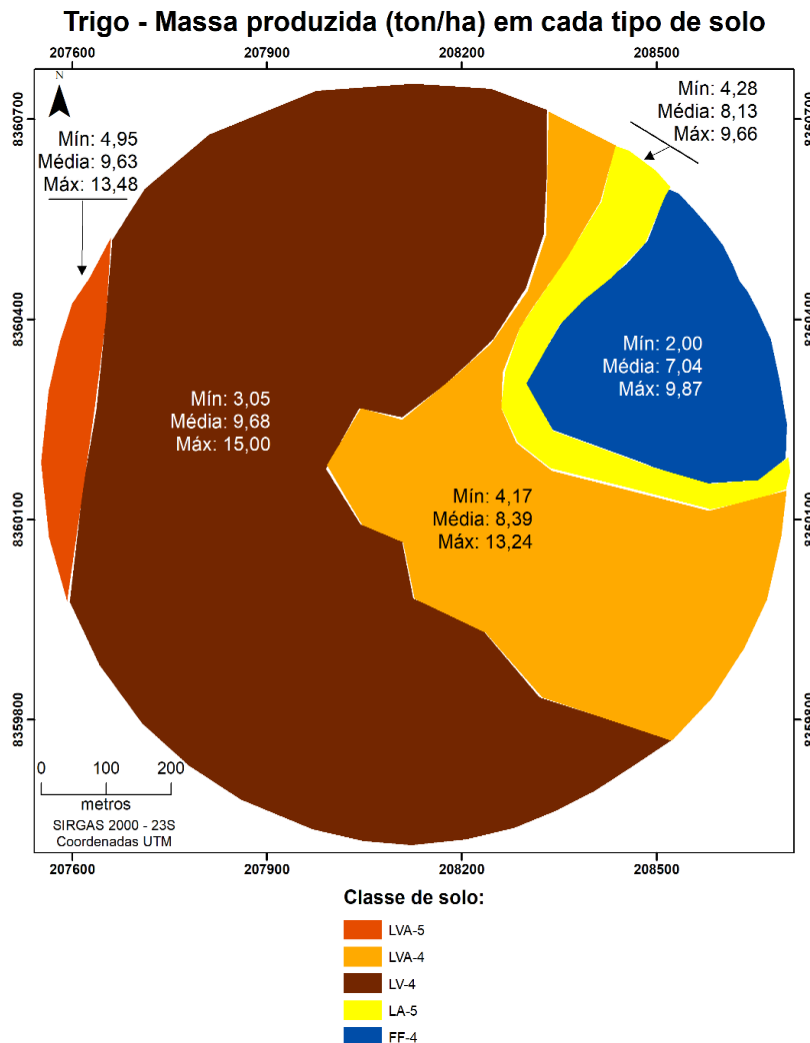


As áreas de coloração vermelha na figura indicam os locais de menor produtividade da cultura do trigo na área do pivô. Ao sair desta área em direção ao centro do pivô, observa-se que os solos com petroplintita em subsuperfície proporcionaram maiores valores de produtividade do que os solos com cascalho em todo o perfil (FF). Por outro lado, no solo LV que não apresenta cascalho no perfil, ocorreu a maior produtividade do trigo dentre as áreas mapeadas. Na posição de baixada do pivô ocorreu uma pequena mancha de LVA-5 (à esquerda na figura 4) onde observou-se redução na produtividade do trigo com a mudança do tipo de solo. Nesse contexto enfatizamos que esse mapa de produtividade apresenta uma grande similaridade com o mapa de solo da área de estudo.

5.4 Sobreposição de mapas de colheita e mapas de solo

Na figura 5 foi realizada a sobreposição do mapa de solos com o mapa de colheita.

Figura 5 - Mapa de rendimento da cultura do trigo, pivô 1, fazenda Sete Irmãos.



A classe de solo mais produtiva para a cultura do trigo foi LV com média de 9680 kg ha⁻¹ enquanto a classe de solo menos produtiva foi FF com média de 7040 kg ha⁻¹ de trigo. A diferença na produtividade da área do LV, sem a presença de petroplintita, e FF com petroplintita em todo o perfil do solo foi de 2640 kg (44 sacas). Um ponto importante de se destacar é que quase todos os solos são quimicamente eutróficos. Entretanto, os Latossolos geralmente apresentam baixos teores de nutrientes e elevada acidez natural, sendo predominantemente distróficos e álicos e, dificilmente eutróficos (KER, 1997). Essas características permitem entender a grande variabilidade na produtividade potencial (Silva *et al.*, 2003). Alvarenga e Davide (1999) afirmaram que os Latossolos presentes no bioma do cerrado não apresentam condições químicas naturais para promoverem altas produtividades. No entanto, é possível em áreas agrícolas com mais de 30 anos de cultivo, que a condição química natural do solo seja modificada pelo homem mediante a utilização de corretivos e adubos. Esses insumos apresentam a vantagem de facilmente percolar no perfil dos solos com a adoção da irrigação no período seco do ano associado ao período chuvoso. Serafim *et al.* (2013) afirmaram que após vários anos agrícolas ocorrem alterações químicas importantes no solo, tais como a movimentação de bases trocáveis ao longo do perfil. Fato que pode explicar o melhor rendimento do trigo nas diferentes classes de solo mesmo que distróficos.

Os FF ocorrem predominantemente em áreas quentes e úmidas, cujo ambiente de formação ao qual estão sujeitos, propicia que tenham restrições à percolação de água ou ao efeito de excesso de umidade temporário. Entretanto, Lumbreras *et al.* (2015), afirmaram que essa classe de solo apresenta grande quantidade de cascalho laterítico e petroplintita, que impedem fortemente a retenção de água e por conseguinte menor disponibilidade hídrica, ademais, colaboram para menores rendimentos agrícolas. Quanto maior for a concentração de petroplintita e cascalho, menor será a quantidade de água disponível (AD) e maior será a dificuldade do enraizamento da cultura (Pádua Junior *et al.*, 2019) justificando assim uma possível razão para a redução na produtividade do trigo.

Em posição intermediária ocorrem associados os LVA e LA, em que a produtividade de grãos de trigo foi de 8390 kg há⁻¹ no LVA e 8130 kg⁻¹ no LA. Apesar da média da produtividade do trigo no FF ser inferior aos demais solos do estudo os valores obtidos na cultura nestes solos são bem superiores as médias obtidas no Brasil (CONAB, 2022).

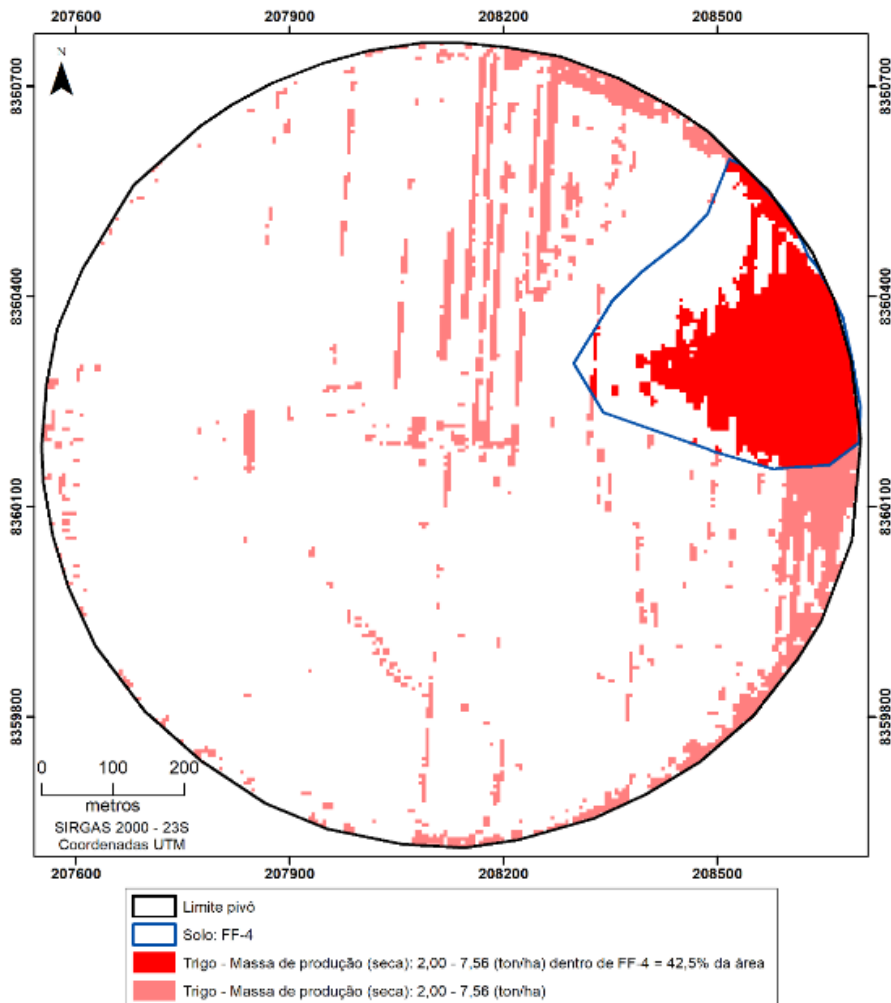
Prado *et al.* (2008) relatam que os Latossolos não apresentam atributos morfológicos especiais que proporcionam maior retenção e disponibilidade de água no perfil

por longos períodos. Entretanto, na coleta dos solos era possível perceber visualmente que o LVA e o LA estavam mais úmidos que o LV.

5.5 Uso do mapa de solos para elaborar zonas de manejo

Para identificar se houve relação dos limites da mancha de solo para elaboração de zonas de manejo foi criado o mapa de sobreposição com os dados do mapa de colheita e o mapa de solos (Figura 6). Em 42,5% da mancha denominada FF, a produtividade do trigo variou de 2,0 a 7,56 ton ha⁻¹. Este resultado demonstra que dentro de uma mesma mancha de solo o potencial produtivo das culturas pode oscilar. Dado semelhante foi observado neste mesmo trabalho ao avaliar os grupos de similaridade química (Figura 4). No grupo 1 formado principalmente por LV houve amostras mais próximas e outras distantes dentro do mesmo grupo. De acordo com Amado *et al.* (2009), o uso de sistemas de georreferenciamento permitem identificar zonas com limitações químicas em Latossolos.

Figura 6 - Rendimento do trigo em área de Plintossolo Pétrico (FF).



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapa de colheita associado ao mapa de solos permitiu definir os limites de manchas de solos podendo auxiliar o produtor a definir zonas de manejo para cada mancha.

O solo FF foi o que proporcionou menor produtividade de grãos no trigo possivelmente devido ao elevado volume de petroplintita no perfil

O LV foi o solo que propiciou maior produtividade para a cultura do trigo.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, L.R.F.; CAMARGO, O.A. Atributos físicos de Latossolos ácricos do norte paulista. *Scientia agricola*, v. 51, p. 321-326, 1994.
- ALVARENGA, M. I. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 933-942, 1999.
- AMADO, Telmo Jorge Carneiro et al. Atributos químicos e físicos de Latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, pág. 831-843, 2009.
- AZEVEDO, AC de. **Solos e ambiente: uma introdução**. pallotti, 2006.
- BAZZI, Cláudio L. et al. Influência da distância entre passadas de colhedora equipada com monitor de colheita na precisão dos mapas de produtividade na cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 355-363, 2008.
- BRUM, Argemiro Luís; HECK, Cláudia Regina; DA LEMES LUZ, Cristiano. As Políticas Brasileiras de Fomento à Cultura do Trigo uma revisão histórica. **Desenvolvimento em questão**, v. 2, n. 3, p. 95-117, 2004.
- CAPECHE, Cláudio Lucas. Noções sobre tipos de estrutura do solo e sua importância para o manejo conservacionista. **Embrapa Solos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2008.
- CARDOSO, Murilo Raphael Dias; MARCUZZO, Francisco Fernando Noronha; BARROS, Juliana Ramalho. Classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. 2014.
- CARVALHO, CCN de; NUNES, Fábio Carvalho; ANTUNES, Mauro Antonio Homem. Histórico do levantamento de solos no Brasil: da industrialização brasileira à era da informação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 5, p. 997-1013, 2013.
- CAVALCANTE, Eduardo Pinheiro; PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar de Latossolos da região de Araxá-MG. **Nucleus**, v. 7, n. 2, p. 115-124, 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**, volume 9: safra 2021/2022 – N.2 - Segundo levantamento. Brasília, novembro de 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 01/12/2021.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**, volume 9: safra 2021/2022 – N.2 - Segundo levantamento. Brasília, novembro de 2021. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 01/12/2021.

- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**, volume 9: safra 2021/2022 – N.2 - Segundo levantamento. Brasília, fevereiro de 2022. Disponível em: <http://www.conab.gov.br> Acesso em: 10/02/2022.
- COSTA, F. de S. et al. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.
- COSTA, Ricardo Diniz da et al. Geologia e recursos minerais da folha Curvelo SE. 23-ZAV. 2012.
- DALEPIANE, Stefania Dos Santos; SANES, Fernanda San Martins. ANÁLISE DE PERFIL DE UM LATOSSOLO NO MUNICÍPIO DE AUGUSTO PESTANA/RS. **Salão do Conhecimento**, 2019.
- DE MORI, Claudia. **Aspectos econômicos da produção e utilização**. In: BOREM, Aluizio; SCHEEREN, Pedro Luiz.(org.). Trigo – Do plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. p. 11 – 34.
- DESHPANDE, TL; Groenlândia, DJ; QUIRK, JP Alterações nas propriedades do solo associadas à remoção de óxidos de ferro e alumínio. **Journal of Soil Science** , v. 19, n. 1, pág. 108-122, 1968.
- DO NASCIMENTO, Maria Amélia Leite. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, p. 01-22, 1992.
- DO NASCIMENTO, Maria Amélia Leite. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 12, n. 1, p. 01-22, 1992.
- DO NASCIMENTO, Maria Amélia Leite. Geomorfologia do estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia** , v. 12, n. 1, pág. 01-22, 1992.
- DO PRADO, Helio. **Manual de classificação de solos do Brasil**. Funep, 1993.
- DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018., 2018.
- DOS SANTOS, M. C.; BATISTA, M. Avaliações física, química e mineralógica em solos plínticos da região meio-norte do Brasil, submetidos a teste de umedecimento e secagem. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, n. 1, p. 21-31, 1996.
- FERNANDES, B.; RESENDE, M.; REZENDE, SB de. Caracterização de alguns solos sob cerrado e disponibilidade de água para as culturas. **Experientiae**, v. 24, n. 9, p. 209-260, 1978.
- FREITAS, Rogério Edivaldo; MENDONÇA, Marco Aurélio Alves de; LOPES, Geovane de Oliveira. Expansão de área agrícola nas mesorregiões brasileiras. **Revista de Política Agrícola**, v. 20, n. 1, p. 100-116, 2011.

GARCIA, Cira Hortensia Pérez et al. Chemical properties and mineralogy of soils with plinthite and petroplinthite in Iranduba (AM), Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 4, p. 936-946, 2013.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30. 2005, Recife. Anais... Recife: SBCS, 2005. 1 CD-ROM.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de pedologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2015. 430 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 4).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1301#resultado>>. Acesso em: 01/12/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/agua-fria-de-goias.html>>. Acesso em: 01/12/2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em:<https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=52&tema=76533>. Acesso em: 01/12/2021.

JACOBSEN, Luiz Ataídes. **Trigo** / Luiz Ataídes Jacobsen. – Porto Alegre : EMATER/RS - ASCAR, 2003. 42 p. : il. – (Série Realidade Rural ; n.32)

KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Geonomos**, 1997.

LANDELL, M.G.A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A.C.M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; BIDÓIA, M.A.P.; SILVA, M.A.; XAVIER, M.A. Oxisol subsurface chemical attributes related to sugarcane productivity. *Scientia Agricola*, v. 60, p. 741-745, 2003.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. A. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agropecuária**. São Paulo: ANDA, 1992.

LUMBRERAS, J. F. et al. Potencialidades e limitações ao uso agrícola de solos do Matopiba. In: **Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: anais. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015., 2015.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Tradução de Laura Bocco. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

- PÁDUA JUNIOR et al. **Ambientes de produção para culturas na região do cerrado**. In: Rilner Alves Flores ... [et al]. (org.). Trigo – Nutrição e adubação: de grandes culturas na região do cerrado. Goiânia, GO: Gráfica UFG, 2019. p. 573 – 607.
- PRADO, H. do et al. Classes de disponibilidade de água para a cana-de-açúcar nos principais solos da região Centro-Sul do Brasil. In: **CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**. 2003.
- RAIJ, BERNARDO V. Gesso agrícola na melhoria do ambiente radicular no subsolo. **ANDA, São Paulo, SP, 88p**, 1988.
- RESENDE, M.; CURI, N.; LANI, J. L. Tropical soils: implications on sustainable development. In: **FORMOSO, MLL; CERRI, CC Workshop on tropical soils. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Letras**. 1999. p. 155-170.
- RESENDE, Mauro. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos;[Aplicación de los conocimientos pedológicos a la conservación de suelos].[Application of the knowing pedologics in the soil conservation]. **Informe Agropecuário (Brasil)**. Ago, v. 111, n. 128, p. 3-18, 1985.
- RIBEIRO JÚNIOR, W. Q. et al. Efeito da fertirrigação nitrogenada no rendimento de grãos de genótipos de trigo, no cerrado. **Embrapa Trigo-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2007.
- SANTOS, Flávia Cristina dos et al. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2015-2025, 2008.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F; OLIVEIRA, J. B. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. 353 p.
- SANTOS, Jefferson Luan et al. Caracterização física e química de um Planossolo localizado no semiárido Baiano. **Enciclopedia Biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.
- SERAFIM, Milson Evaldo et al. Potencialidades e limitações de uso de Latossolos e Cambissolos, sob sistema conservacionista em lavouras cafeeiras. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 6, p. 1640-1652, 2013.
- SILVA, V. R. et al. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 1013-1020, 2003.

VIDIGAL, Sanzio Mollica et al. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. *Revista Ceres*, v. 56, n. 1,