

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Alan Bordim de Oliveira

Graduando em Engenharia Agrônoma

**Implantação de adubo verde na produção de quiabo em
sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)**

Dracena

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
CAMPUS DE DRACENA

Alan Bordim de Oliveira

Graduando em Engenharia Agrônômica

**Implantação de adubo verde na produção de quiabo em
sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Tecnológicas – Unesp,
Câmpus de Dracena como parte das
exigências para conclusão do curso.

Orientadora: Profa. Dra. Pâmela Gomes Nakada-Freitas

Dracena

2023

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Implantação de adubo verde na produção de quiabo em sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH)"

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa.

Autor: Alan Bordim de Oliveira

Orientadora: Profª. Drª. Pâmela Gomes Nakada-Freitas

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 01/06/2023



Profª. Drª. Pâmela Gomes Nakada - Freitas



Prof. Dr. Ronaldo Cintra Lima



Profª. Associada Carolina dos Santos Batista Bonini

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Alan Bordim de Oliveira, nascido em 09 de outubro de 2001, na cidade de Marília-SP. Iniciou a sua carreira profissional em abril de 2016, como menor aprendiz com apenas 14 anos, trabalhando como estoquista em uma loja de ferramentas e posteriormente subiu de cargo para gerente de estoque encerrando suas atividades nessa empresa no início de 2019. Ingressou no curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP, Câmpus de Dracena, em 2019. Membro do Núcleo de Estudo em Sementes e Olerícolas (NESOL, FCAT/UNESP), Professor do Cursinho Alvo Dracena (2020/2021). Durante a graduação conduziu quatro projetos científicos com bolsa (duas PIBIC e duas FAPESP), sendo três deles voltados para o sistema de plantio direto de hortaliças e um voltado para o tratamento de sementes de hortaliças. Sócio fundador juntamente com seus pais da Empresa Agrodin Hortaliças (abril/2020), atuando no mercado de hortaliças na região de Marília-SP. Participou de eventos como “IV Expedição da Engenharia Agrônômica” (2019), “V Expedição da Engenharia Agrônômica” (2022).

DEDICATÓRIA

Ao meu pai Walter de Oliveira, minha mãe Vânia Maria Bordim Oliveira e minha irmã Andreza Bordim de Oliveira, que me educaram e me possibilitaram mais essa conquista, exemplos de vida fundamentais para a minha vida pessoal e profissional.

“Se eu vi mais longe, foi por estar sobre ombros
de gigantes.”

(Isaac Newton)

RESUMO

Devido ao aumento da emissão de carbono na atmosfera, a temperatura tem aumentado e intensificado o problema do efeito estufa, que tem prejudicado as lavouras, promovendo temperaturas elevadas, como também na desuniformidade e menor precipitação. O cultivo em sistema de plantio direto vem de encontro a auxiliar a este problema, pois sem revolvimento do solo, não ocorre liberação de carbono do perfil do solo, além de reduzir a evapotranspiração. Este manejo já é mais difundido em grandes culturas, mas ainda recente em hortaliças, com isto, é que se objetiva avaliar o rendimento do quiabeiro com o cultivo antecessor de coberturas vegetais em sistema de plantio direto de hortaliça (SPDH) e no manejo convencional. O experimento foi em esquema fatorial 4x2 (adubos verdes x manejo do solo), em parcela subdividida. As parcelas foram compostas pelos adubos verdes (mucuna solteira; consórcio de 70% mucuna + 30% milheto; milheto solteiro; pousio) e nas subparcelas foi composta pelo manejo do solo (plantio direto e plantio convencional: com revolvimento do solo, aração e gradagem). Quanto aos resíduos culturais: pode-se concluir que o milheto cv. ADR 300 produziu maior quantidade de massa seca, com valor de 9,57 t ha⁻¹. Quanto a macrofauna do solo não houve diferença estatística entre os tratamentos nas duas coletas, porém após o cultivo dos adubos verdes e do quiabo, apresentou diferença quanto a época de coleta, com um aumento significativo de 40 indivíduos m². Para característica de temperatura do solo não houve diferença entre os tratamentos. Em relação a tensão de água no solo houve melhor comportamento para o sistema de plantio direto de gramínea e mix (gramínea + leguminosa), entretanto não apresenta grande diferença dos sistemas convencionais com plantas de cobertura. Para a característica de resistência a penetração houve melhores resultados na parcela com milheto solteiro, apresentando 0,47 MPa de resistência na camada de 0,0 – 0,10m. Quanto a produção do quiabo cv. Santa Cruz: a mucuna implantada no sistema de plantio direto do quiabo obteve resultados mais relevantes nas características de massa fresca, comprimento do fruto, número de frutos e massa de fruto por planta e produtividade.

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*; mucuna; milheto, tensiometria.

ABSTRACT

Due to the increase in carbon emissions in the atmosphere, the temperature has increased and intensified the problem of the greenhouse effect, which has harmed crops, promoting high temperatures, as well as unevenness and less precipitation. Cultivation in a no-tillage system helps to solve this problem, because without turning the soil, there is no release of carbon from the soil profile, in addition to reducing evapotranspiration. This management is already more widespread in large crops, but still recent in vegetables, with this, the objective is to evaluate the yield of okra with the predecessor cultivation of vegetable coverings in a no-tillage vegetable system (SPDH) and in conventional management. The experiment was carried out in a 4x2 factorial scheme (green manure x soil management), in a split plot. The plots consisted of green manures (single mucuna; consortium of 70% mucuna + 30% millet; single millet; fallow) and the subplots consisted of soil management (no-tillage and conventional planting: with soil turning, plowing and harrowing). As for crop residues: it can be concluded that millet cv. ADR 300 produced the highest amount of dry mass, with a value of 9.57 t ha⁻¹. As for the macrofauna of the soil, there was no statistical difference between the treatments in the two collections, but after the cultivation of green manures and okra, there was a difference in the time of collection, with a significant increase of 40 individuals m². There was no difference between treatments for the soil temperature characteristic. In relation to the water tension in the soil, there was a better behavior for the no-tillage system of grass and mix (grass + leguminous), however it does not show great difference from conventional systems with cover crops. For the characteristic of resistance to penetration, there were better results in the plot with single millet, presenting 0.47 MPa of resistance in the layer of 0.0 - 0.10 m. As for the production of okra cv. Santa Cruz: Mucuna implanted in the okra no-tillage system obtained more relevant results in the characteristics of fresh mass, fruit length, number of fruits and fruit mass per plant and productivity.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*; mucuna; millet, tensiometry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cultura do milho aos 25 dias após a semeadura.....	21
Figura 2. a) e b) Cultura da mucuna aos 55 dias após a semeadura.....	22
Figura 3. a) Desfolhamento do milho pelo ataque de lagarta. b) Lagarta do gênero <i>Spodoptera frugiperda</i>	22
Figura 4. Preparo do solo nos tratamentos de sistema convencional.	24
Figura 5. a) e b) Folha do quiabeiro infestada de Oídio (<i>Erysiphe cichoracearum</i>).....	25
Figura 6. a) Botão floral do quiabeiro. b) Fruto do quiabeiro no ponto de colheita.	25
Figura 7. a) Quiabeiro com parte aérea e sistema radicular bem desenvolvidos b) Quiabeiro com desenvolvimento comprometido devido a infestação de nematoides. c) Galha provocada pelo nematoide do gênero <i>Meloidogyne enterolobii</i>	26
Figura 8. a) e b) Infestação de <i>Fusarium</i> no vaso condutor do quiabeiro.	27
Figura 9. Resultados da análise nematológica.....	27
Figura 10. a) Reboleiras causadas pelo ataque de nematoides b) Sistema radicular retirado do quiabeiro em áreas marginais a reboleira apresentando sintomas de galhas causado por (<i>Meloidogyne</i> spp.), visto pela lupa eletrônica.....	28
Figura 11. Precipitação (mm) e temperaturas (°C), durante a condução do quiabeiro.	29
Figura 12. a) Visão ampla do campo. b) e c) Doação da colheita para o asilo “Casa dos Velhos”. d) Avaliações laboratoriais.....	30
Figura 13. a), b) e c) Análises laboratoriais.....	30
Figura 14. a), b) e c) Padrão de qualidade dos frutos colhidos, apresentando características de aceitabilidade de mercado.....	31
Figura 15. Tensímetro digital utilizado para realizar as leituras de tensão de água no solo utilizando a unidade de medida KPa.	32
Figura 16. Tensiômetro instalado a 0,15 m de profundidade do solo, sendo o responsável pela decisão de irrigar.....	32
Figura 17. Teste de CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) realizado no sistema de irrigação utilizado no cultivo do quiabo.	33

Figura 18. PenetroLOG digital modelo Falker®.	34
Figura 19. Apresentação da área experimental no dia da análise física.	34
Figura 20. Geotermômetro digital utilizado para aferição da temperatura do solo.	35
Figura 21. Variação da tensão de água (KPa) na profundidade de 0,15 m ao longo do ciclo da cultura do quiabeiro, instalado no sistema de produção plantio direto de gramínea (PDG), plantio direto mix de gramínea + leguminosa (PDM), plantio direto de leguminosa (PDL), comparado com o tratamento de sistema de produção convencional sem planta de cobertura (Controle), com irrigações realizadas a 15 KPa.	42
Figura 22. Variação da tensão de água (KPa) na profundidade de 0,15 m ao longo do ciclo da cultura do quiabeiro, instalado no sistema de produção plantio convencional de leguminosa (PCL), plantio convencional mix de gramínea + leguminosa (PCM), plantio convencional sem planta de cobertura (Controle), com irrigações realizadas a 15 KPa.	43
Figura 23. Número de frutos por planta da cultura do quiabo em diferentes tipos de ambientes de produção.	48
Figura 24. Produtividade da cultura do quiabo em diferentes tipos de ambientes de produção.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de sementes de adubos verde para cada tratamento. ...	20
Tabela 2. Massa seca dos adubos verdes: mucuna, milho e 70% mucuna + 30% milho.	36
Tabela 3. Macrofauna em função da época de coleta antes da cobertura vegetal cultivada em manejo de plantio direto e convencional e também coletada após a colheita do quiabo.	37
Tabela 4. Análise química do solo após a roçagem dos adubos verdes na camada de 0 - 0,2m, realizada em 15/02/2021.	38
Tabela 5. Características químicas do solo após o cultivo do quiabo cultivar Santa Cruz, de acordo com dois sistemas de plantio e quatro tipos de cobertura vegetal, realizada em 01/08/2021.	38
Tabela 6. Médias de temperatura do solo em °C nas profundidades de 0 – 0,05 m e 0,05 – 0,1 m após 30, 50, 70 e 90 dias após a semeadura do quiabo.....	40
Tabela 7. Resultados do teste de CUC realizado no sistema de irrigação utilizado no cultivo do quiabo.....	40
Tabela 8. Resistência a penetração do solo (MPa).	44
Tabela 9. Características de produção de quiabo cv. Santa Cruz, expressos os resultados do teste F e CV (%).	45
Tabela 10. Características de produção de quiabo cv. Santa Cruz.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.1 Objetivos Específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 Sistema de Plantio Direto (SPD)	14
3.2 Plantas de cobertura	17
3.3 Cultura do quiabo	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 Localização e características da área experimental	19
4.2 Delineamento experimental e tratamentos	20
4.3 Plantas de cobertura	20
4.4 Cultivo do quiabo	23
4.5 Água no solo por tensiometria	31
4.6 Resistência à penetração.....	33
4.7 Macrofauna do solo	34
4.8 Temperatura do solo	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1 Macrofauna do solo	36
5.2 Características químicas do solo.....	37
5.3 Características de temperatura do solo	39
5.4 Características de umidade de água no solo	40
5.5 Características de resistência a penetração do solo	43
5.6 Características de produção do quiabo	45
6 CONCLUSÃO	50
7 REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

A cultura do quiabo (*Abelmoschus esculentus*), pertencente à família Malvaceae (DE ALMEIDA, 2015), apresenta grande importância para a agricultura familiar brasileira, sendo responsável pela renda de inúmeras famílias que tiram o seu sustento da atividade agrícola. Por vezes, a maioria destes agricultores não apresentam tecnologias específicas para o seu cultivo, sendo o sistema de plantio direto uma ótima opção, além de outros benefícios físicos, químicos e biológicos para o solo.

A origem do quiabo é no continente Africano, assim bem adaptado a locais com altas temperaturas, como nas condições de Dracena/SP onde se predomina elevadas temperaturas a maior parte do ano. O estado de São Paulo é o maior produtor de quiabo do país com produtividade média de 12,6 a 18 t ha⁻¹, ademais, esses números estão dependentes de vários fatores como cultivar, solo, clima, irrigação, tratos culturais e controle de pragas e doenças. A colheita normalmente inicia-se entre 45 e 60 dias após a semeadura, durando em torno de 3 meses, em um sistema sem poda, podendo chegar até 10 meses se realizado a poda (AGUIAR et al., 2014).

Uma das ferramentas que vem sendo implementadas nesse meio é o sistema de plantio direto, que por sua vez é muito difundido nas grandes culturas, como soja e milho, entretanto para as hortaliças os estudos são incipientes, começado por volta dos anos 2000. Os principais objetivos do plantio direto é ter um sistema de produção mais sustentável, obtendo equilíbrio entre o social, econômico e ambiental, e para isso segue algumas premissas, como o não revolvimento do solo e a permanência de palhada na superfície (TIVELLI et al., 2010).

Portanto, um dos principais pilares do plantio direto é a permanência de palhada sobre o solo, e para isso são instaladas plantas de coberturas antecessoras ao cultivo da cultura principal. Uma prática muito utilizada é a consorciação entre gramíneas e leguminosas, ou o seu cultivo isoladamente (SIMIONI et al., 2014), como por exemplo a leguminosa mucuna (*Mucuna pruriens*) e a gramínea milheto (*Pennisetum glaucum*).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem por objetivo geral implantar coberturas vegetais na produção de quiabo em sistema de plantio direto de hortaliça (SPDH).

2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar o comportamento da tensão de água no solo, monitorada por tensiometria nos diferentes tipos de planta de cobertura e preparo de solo;
- Identificar em qual ambiente de produção a cultura do quiabeiro responde melhor em produtividade;
- Avaliar a evolução física e biológica do solo com a utilização das plantas de cobertura.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistema de Plantio Direto (SPD)

Diante das mudanças climáticas há que se ressaltar a contribuição do sistema de plantio direto, pois segundo Gassen e Gassen (1996) relataram que no início dos anos 90, houve evidências de que a liberação de CO₂ em solos arados, cultivado no sistema convencional de produção foi superior ao volume de gases emitidos pelo consumo de combustíveis fósseis. O teor de carbono total é um importante indicador de sustentabilidade e de qualidade do solo, e quanto maior a intensidade de revolvimento com a aração, maior é sua perda na forma de dióxido de carbono, além de promover o aquecimento da superfície pela exposição à radiação solar, contribuindo para o aumento do efeito estufa. No SPD (sistema de plantio direto), com palhada em cobertura, promove reflexão da radiação solar, reduz perda de carbono, na forma de CO₂, influenciando diretamente na redução do efeito estufa.

Há quase 50 anos da implantação do Sistema Plantio Direto no Brasil, iniciando-se em 1970 nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, e atualmente adotado em quase todas as regiões do Brasil, no tocante a produção de grãos (CARVALHO e DE FREITAS, 2008). Inicialmente o SPD foi considerado tecnologia para grandes produtores, no entanto, o IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) e a Emater (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural) do Paraná, promoveram, e vem promovendo adequação e adoção da tecnologia para pequena propriedade para produção de hortaliças (SPDH - Sistema de Plantio Direto para Hortaliças), o que ainda não foi difundido na região do Oeste Paulista, sobretudo na microrregião do município de Dracena.

Estudos no SPD tem sido alvo de constantes pesquisas, causas atribuídas às suas inúmeras vantagens, tais como: redução de gases que aumentam o efeito estufa devido ao não revolvimento do solo; diminuição da mecanização reduzindo liberação de monóxido de carbono; evita erosão e compactação do solo; com aumento de cobertura vegetal sobre o solo: diminui evapotranspiração reduzindo turno de rega em até 30%, melhor drenagem, regulação térmica proporcionada pela palhada com redução dos extremos de temperatura em até 10°C na superfície do solo, controle de plantas daninhas; aumento de matéria orgânica, promovendo estruturação com formação de agregados do solo, maior CTC (Capacidade de Troca Catiônica), aumento da microbiota para ciclagem de nutrientes, dentre outros (LIMA e MADEIRA, 2013).

Em relação a qualidade biológica do solo, a macrofauna desenvolve diversas funções detritívoras e predatórias nas teias tróficas do interior do solo, essas funções ecológicas podem ser associadas a diversos processos como a ciclagem de nutrientes, o revolvimento do solo, a incorporação de matéria orgânica e o controle biológico de pragas do solo. A macrofauna, que inclui organismos visíveis a olho nu ($>2,0$ mm), é representada por mais de 20 grupos taxonômicos. Dentre eles, cupins, formigas, minhocas, besouros, tatuzinhos, centopeias, tesourinhas, grilos, caracóis, percevejos, cigarras, entre outros (MELO et al., 2007).

De acordo com Da Rosa et al. (2015) a macrofauna edáfica é influenciada pelos atributos químicos e físicos do solo, sendo esses fatores

limitantes para a dispersão e estabelecimento desses organismos, o que pode explicar variações dos grupos desses organismos entre os sistemas de uso do solo.

Quanto ao manejo físico do solo em uma cadeia produtiva, apresenta como função criar condições estruturais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas, tanto da parte aérea e do sistema radicular (TAVARES FILHO e RIBON, 2008) e como o sistema de plantio direto preconiza o não revolvimento do solo, o manejo correto das plantas de cobertura e a consolidação do sistema de plantio direto é a solução para melhorar a resistência a penetração das raízes no solo, também esses resultados foram conferidos no trabalho de Ralisch et al. (2008), onde obtiveram melhores resultados em um SPD.

Uma das questões de grande preocupação é a quantidade de água potável, e sem ela não há comida, e nem vida na Terra. Isto não deveria trazer preocupações, devido 70% do planeta ser coberto por água, porém aproximadamente 97,5% é salgada, estando disponível menos de 3% de água doce, e apenas 0,4% estão na superfície dos solos (CONSUMO SUSTENTÁVEL, 2005).

Um dos setores de maior consumo de água para irrigação é a horticultura, onde a olericultura se insere, requisitando irrigação diariamente, uma ou duas vezes ao dia dependendo do clima e região. No contexto de otimização da água na agricultura, o SPD é o manejo mais adequado por aumentar a matéria orgânica no perfil e na superfície do solo, aumentando a retenção de água (MAROUELLI et al., 2010).

Tavares Junior et al. (2016) realizou um trabalho testando diferentes tipos de cobertura de solo vegetal e não vegetal, combinando com diferentes turnos de rega na cultura do quiabo, com o objetivo de avaliar a economia de água nesses diferentes tipos de cultivo. De acordo com os resultados obtidos a utilização de mulching branco e folha de bambu como cobertura de solo foram eficientes na economia de água no cultivo do quiabeiro, interferindo positivamente nas características de número de frutos, diâmetro e comprimento.

3.2 Plantas de cobertura

Segundo Crusciol et al. (2005), um dos sucessos para o sistema de plantio direto é buscar o cultivo de espécies que apresentam altas produtividades de massa seca (PMS). De acordo com Timossi et al. (2007), o grande impasse para a formação de palhada em regiões com altas temperaturas, como é o caso na microrregião do município de Dracena, é a velocidade de decomposição do material vegetal, devendo levar em consideração a cultura ideal para formação de palhada, época de semeadura, clima e solo da região.

O milheto, é uma espécie vegetal com grande potencial de cobertura do solo oferecido pela prática do plantio direto (PEREIRA FILHO et al., 2003). Suas principais características são a produtividade de biomassa seca entre 6 a 10 t ha⁻¹ (AGUIAR, 2014), relação C:N da palhada (30:1), proporcionando uma degradação lenta dos resíduos vegetais, tolerância a seca e a baixa fertilidade do solo (CAZETTA et al., 2005).

Além das poaceas, as leguminosas realizam um grande papel no quesito de adubação verde, com funções semelhantes às outras espécies, apresentam a capacidade de proporcionar nitrogênio pela fixação biológica (SILVA et al., 2009a). A mucuna é um representante das leguminosas com boa adaptabilidade nas condições de clima e solo do Sudeste e Centro Oeste brasileiro (PEREIRA FILHO et al., 2003), com capacidade de fixar entre 120 e 210 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio no solo, e produtividade de biomassa seca entre 6 a 8 t ha⁻¹ (AGUIAR et al., 2014).

De acordo com Doneda et al. (2012), o consórcio entre poaceas e leguminosas pode ser uma estratégia para minimizar os impasses encontrados nas culturas principais, e assim pode acelerar a decomposição da matéria orgânica aumentando a fertilidade do solo.

Como já mencionado sobre as vantagens da presença de palhada sobre o solo, foi observado por Silva et al. (2009b), que estudaram o cultivo isolado e consorciado de adubos verdes: *Crotalaria juncea*, *Stizolobium aterrimum*, *Pennisetum glaucum*, *C. juncea* + *P. glaucum*, *C. juncea* + *S. aterrimum*, *P. glaucum* + *S. aterrimum*, para formação de palhada no cultivo de tomate rasteiro, e obtiveram maior supressão de plantas daninhas quando a palhada

utilizada foi o milho devido a maior produção de massa seca ($23,8 \text{ t ha}^{-1}$), tanto em cultivo solteiro ou consorciado, e independente da espécie, não houve diferença significativa na produtividade do tomateiro. Já na produção da beterraba em plantio direto, houve produtividade superior sobre palhada da mistura de milho + crotalária, não diferindo do milho, que foi cultivado solteiro (FACTOR et al., 2010). Em outro trabalho com tomateiro, foram testadas a aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro em sistemas de cobertura solteiros e consorciados, e as espécies que mais produziram matéria seca foram: aveia + ervilhaca e aveia solteira, e mesmo assim não houve diferença significativa na produção de tomate independente dos tratamentos (KIELING et al., 2009).

3.3 Cultura do quiabo

A hortalica escolhida a ser estudada neste projeto é o quiabo, e de acordo com Rocha (2013) pode atingir até três metros de altura, suas folhas e frutos apresentam pilosidade, frutos no qual tem formato alongado e são fibrosos, e possui sementes brancas. Segundo Filgueira (2008) a produção do quiabo ocorre na haste principal e nas ramificações laterais, e a sua produção inicia com a planta ainda pequena.

O crescimento do quiabo é do tipo indeterminado, apresentando flores de coloração amarelas, e a sua floração e frutificação ocorre no decorrer do ciclo da cultura, iniciando-se entre 50 a 60 dias após a semeadura (MORAES JUNIOR et al., 2005). Apresenta formato de fruto do tipo cápsula, sendo arredondado e cilíndrico, variando o seu tamanho e forma de acordo com a cultivar escolhida (DE ALMEIDA, 2015).

Uma das cultivares de quiabo mais utilizadas no estado de São Paulo é a cv. Santa Cruz 47 da empresa comercial TopSeed®, apresenta coloração verde escura brilhosa e possui pouca fibra se colhido no momento correto, sendo bastante atrativo visualmente para os consumidores. A sua germinação varia de 4 a 21 dias, dependendo da quantidade de água no solo, e sua planta pode chegar entre 1,5 a 2 m de altura (AGRISTAR, 2023).

Em grandes culturas já existem várias pesquisas conduzidas no sistema de plantio direto, por outro lado, o plantio direto de hortaliças (SPDH) é um fato relativamente recente, surgindo os pioneiros próximos do ano 2000, portanto, são poucos os trabalhos e ainda muito a ser estudado. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos, como em alface-americana (HIRATA et al., 2014), berinjela (CASTRO et al., 2005; LIMA et al., 2012; ECHER et al., 2016), beterraba (PURQUERIO et al., 2009; FACTOR et al., 2010), brócolis (MELO et al., 2007), cebola (SOUZA et al., 2013; LOSS et al., 2015), cebolinha (ARAÚJO NETO et al., 2010), coentro (TAVELLA et al., 2010), repolho (MARQUELLI et al., 2010), tomate (HIRATA et al., 2009; KIELING et al., 2009; SILVA et al., 2009b), no entanto, vale ressaltar que a dinâmica da palhada e ciclagem de nutrientes é muito variável, conforme a posição geográfica do campo de produção, sendo influenciado pelo clima, fauna, pelos atributos físicos e químicos do solo, altitude, relevo, dentre outros que são altamente variáveis de região para região.

No trabalho conduzido por De Almeida (2015) foi avaliado a produtividade do quiabeiro utilizando oito tipos diferentes de cobertura morta sobre o solo, e feito em duas épocas de semeadura, sendo verão e inverno. No verão a planta de cobertura que produziu maior quantidade de palhada foi o milho com 30,835 t ha⁻¹ e a cultura principal do quiabo com uma produção de 30,349 t ha⁻¹ e no inverno o tratamento com vegetação nativa produziu uma matéria seca de 23,61 t ha⁻¹ e o quiabeiro com uma produtividade de 23,981 t ha⁻¹.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e características da área experimental

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (UNESP/FCAT), localizada no município de Dracena-SP, região Oeste Paulista (Latitude - 22° 39'42", Longitude - 50° 24'44" e 421 m de altitude). O clima de Dracena, segundo a classificação de Köppen é Aw (tropical semiúmido) (ROLIM et al.,

2007), com temperatura e amplitude térmica média ao longo do ano de 22,1°C e 6,9°C, respectivamente, e as precipitações são desuniformes ao longo do ano, contemplando de 29 mm em agosto, mês de menor precipitação, ao passo que em janeiro é o de maior, com pluviosidade média anual de 1.204 mm (CLIMATE-DATA.ORG). O solo é um Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018) predominantemente arenoso, com 10,5, 7,3 e 82,2% na camada de 0 – 0,2 m, e 14, 7,1 e 78,8% na camada de 0,2 - 0,4 m, de argila, silte e areia, respectivamente.

4.2 Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi em esquema fatorial 4x2 (adubos verdes x manejo do solo), e em parcela subdividida. As parcelas foram compostas pelos adubos verdes (mucuna solteira; consórcio de 70% mucuna + 30% milho; milho solteiro; pousio) e nas subparcelas foi composta pelo manejo do solo (plantio direto e plantio convencional). O milho utilizado foi a cultivar ADR 300. A área experimental foi no total de 600 m² (12 x 50 m). O experimento foi montado em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições.

4.3 Plantas de cobertura

Inicialmente foi realizado a dessecação da área utilizando o herbicida Roundup Original® e 2,4 D®, com dosagem de 3 L ha⁻¹ e 2 L ha⁻¹, respectivamente. Na sequência, foram feitos os cálculos de semeadura de acordo com a recomendação de cada cultura (40 kg ha⁻¹ de sementes para o milho e 10 sementes por metro linear de mucuna), utilizando o espaçamento de 0,45 m entrelinhas, sendo então semeados no dia 21 de dezembro de 2020 as seguintes quantidades por metro linear:

Tabela 1. Quantidade de sementes de adubo verde para cada tratamento.

Tratamentos	Milho	Mucuna	70% mucuna + 30% milho
Quantidade de sementes por metro linear	1,8g	10 sementes	7 sementes de mucuna e 0,6g de milho

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

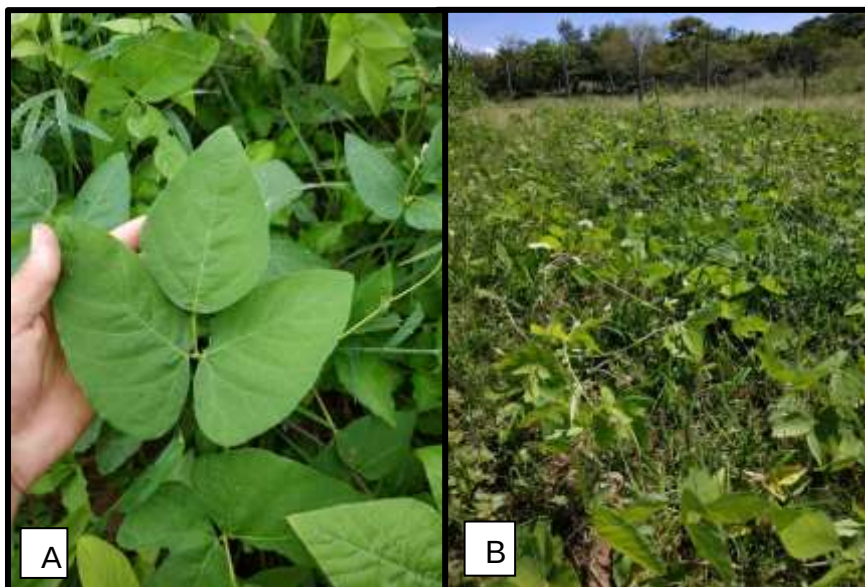
Na data de semeadura, o solo apresentava umidade abaixo da capacidade de campo, no entanto, no mesmo dia e no decorrer do desenvolvimento das culturas foi realizado irrigações com aspersores, levando em consideração a necessidade de água de acordo com o estágio de desenvolvimento fenológico das culturas.

Figura 1. Cultura do milho aos 25 dias após a semeadura.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

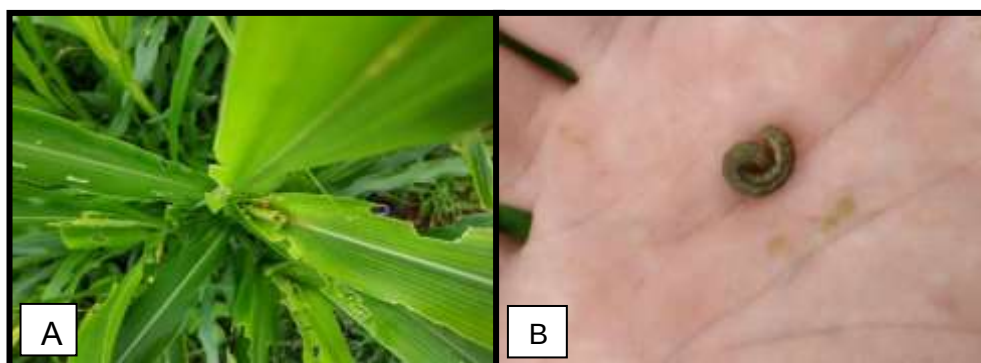
Figura 2. a) e b) Cultura da mucuna aos 55 dias após a semeadura.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Aos 47 dias após a semeadura (DAS), aumentou drasticamente a população de lagarta do gênero *Spodoptera frugiperda*, e para o controle foi realizado uma aplicação do inseticida Engeo Pleno[®], na dosagem de 250 mL ha⁻¹, solucionando o problema (Figura 3).

Figura 3. a) Desfolhamento do milho pelo ataque de lagarta. b) Lagarta do gênero *Spodoptera frugiperda*.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

No dia 01 de fevereiro de 2021, aos 71 DAS, realizou-se a roçada, com o auxílio de roçadeira costal manual, das plantas de cobertura em todos os sistemas de plantio, e após 15 dias, a dessecação completa do campo

experimental. No mesmo dia que realizou a roçada das plantas de cobertura foram coletadas amostras da palhada para quantificação em toneladas de massa seca, sendo coletados 1 m² por tratamento, com duas repetições cada, considerando o método de plantio das subparcelas (convencional e direto). Em seguida, a palhada foi armazenada em sacos de papel devidamente identificados e colocado em estufa de circulação forçada a 65 °C por 72 horas. Após este período, a palhada foi pesada e calculada a média dos tratamentos (Tabela 2).

A coleta para análise química do solo foi realizada no dia 15 de fevereiro de 2021, momentos antes da dessecação completa do experimento. Logo após a coleta, as amostras para análise química foram ensacadas e enviadas para o laboratório de solos na UNESP de Ilha Solteira, os resultados (Tabela 4) posteriormente, foram realizados os cálculo de adubação para a cultura do quiabo. As características químicas de solo que foram avaliadas: pH, H+Al, Al, P, K, Ca, Mg, MO, CTC, SB, V% (RAIJ et al., 2001).

4.4 Cultivo do quiabo

Realizadas as análises, iniciou-se o preparo da área para a semeadura do quiabo cv. Santa Cruz, sendo que no sistema convencional foi realizado a incorporação da palhada que estava sobre o solo (Figura 4). Para a adubação de plantio, através da análise química do solo (Tabela 4) foram calculadas as quantidades que atendessem as exigências da cultura de 40-80-80 kg ha⁻¹, N-P-K respectivamente (AGUIAR, 2014). Foi feita então a adubação mineral no sulco de plantio no dia 08 de março de 2021, dois dias antes do plantio, usando o formulado N-P-K 04-14-08 na dosagem de 450 kg ha⁻¹ e também distribuídos superficialmente 2 kg de esterco de ave poedeira curtido por metro de linha.

Figura 4. Preparo do solo nos tratamentos de sistema convencional.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

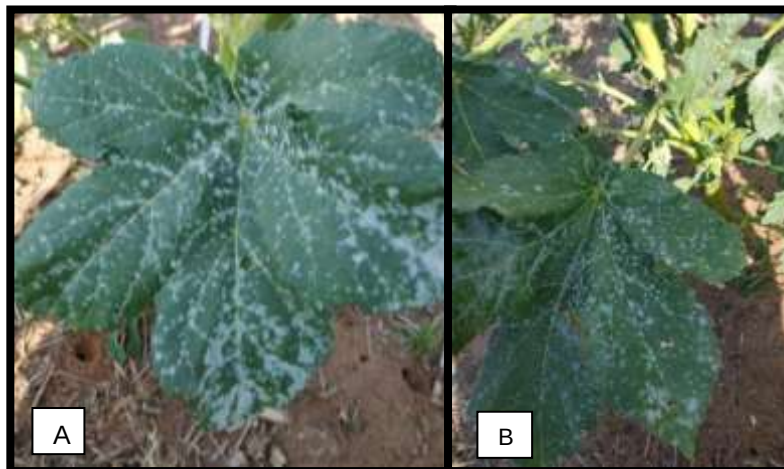
A palhada permaneceu sobre o solo 38 dias até a semeadura do quiabo, que ocorreu no dia 10 de março de 2021 com o auxílio de matraca manual. O espaçamento utilizado foi de 0,5 m x 1,0 m. Após 17 DAS do quiabeiro, realizou-se o desbaste das plantas, deixando apenas o mais vigoroso e com maior potencial de desenvolvimento.

Aos 28 DAS foi necessário realizar uma aplicação de inseticida a base de óleo de Neem com dosagem de 3L ha⁻¹ para o controle de pulgão (*Aphis spiraecola*) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) na área.

As adubações de cobertura ocorreram aos 40, 60, 80 e 100 DAS utilizando 123 Kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20, N-P-K respectivamente, aplicado na superfície do solo manualmente (AGUIAR, 2014).

Aos 40 DAS foi necessário realizar uma aplicação de fungicida para oídio (*Erysiphe cichoracearum*) do produto comercial Orkestra®, utilizando a dosagem de 300 mL ha⁻¹. A Figura 5 mostra a grau de infestação da doença fúngica.

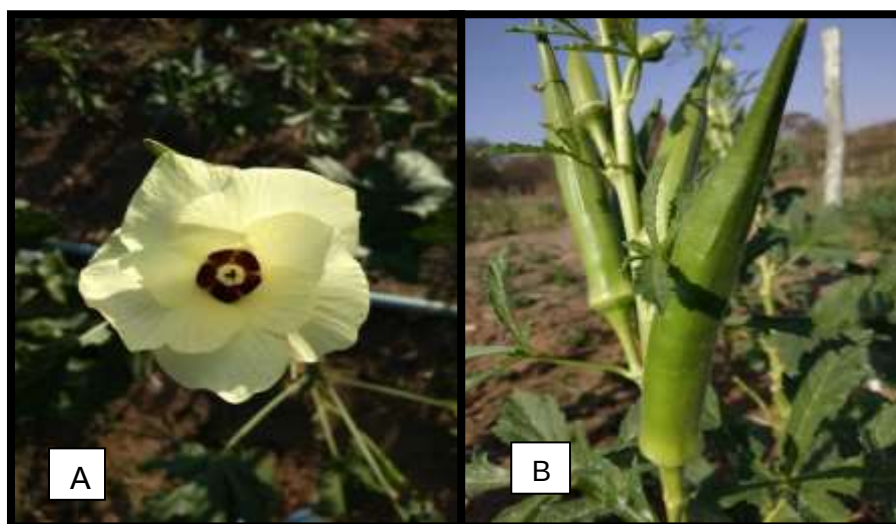
Figura 5. a) e b) Folha do quiabeiro infestada de Oídio (*Erysiphe cichoracearum*).



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Aproximadamente aos 45 DAS as plantas iniciou o estágio reprodutivo, emitindo os primeiros botões florais, e consequentemente os primeiros frutos (Figura 6).

Figura 6. a) Botão floral do quiabeiro. b) Fruto do quiabeiro no ponto de colheita.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Aos 75 DAS começou a aparecer reboleiras de desuniformidade das plantas na área experimental. A partir de algumas análises, de campo e laboratorial, detectou-se a infestação de nematoides do gênero *Pratylenchus*

brachyurus, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne enterolobii*, assim como pode ser observado na Figura 7 e Figura 9.

As cultivares de quiabo apresentam grande susceptibilidade aos nematoides das galhas, demonstrando sintomas de murcha nas horas mais quentes do dia, queda de folhas, deficiência mineral, queda de produtividade e mal formação de frutos. Os sintomas destacados ocorrem porque os nematoides atacam o sistema radicular das plantas, prejudicando o transporte de água e nutrientes das raízes para a parte aérea (PINHEIRO et al., 2013).

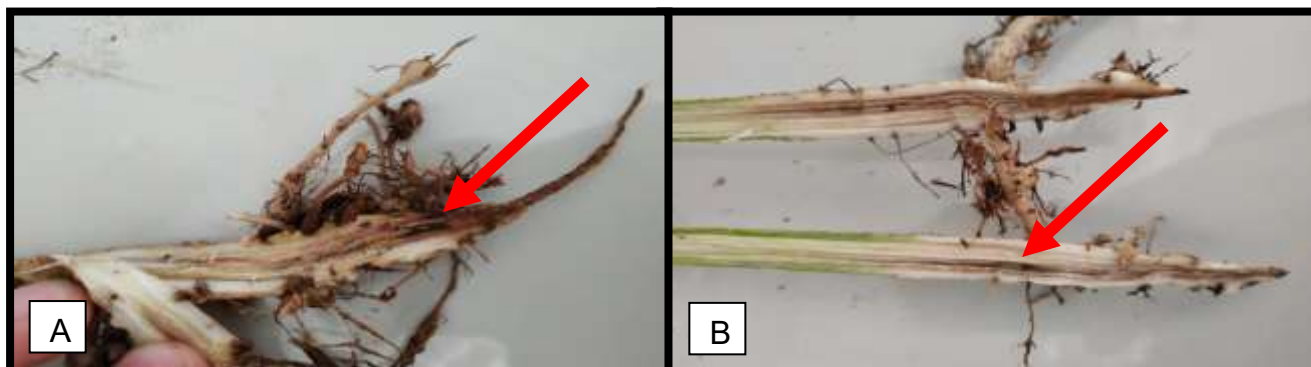
A infestação de nematoides facilita a entrada de fungos e bactérias patogênicas devido as modificações morfológicas e fisiológicas que estes causam nas plantas. Entre esses patógenos, as espécies de *Fusarium* aumentam suas infestações quando associado a presença de nematoides do gênero *Meloidogyne*, apresentando sintomas de escurecimento dos vasos, queda de folhas, nanismo, deficiência de nutrientes, entre outros (SIMÃO et al., 2010). A Figura 8 mostra a presença do fungo *Fusarium* no vaso condutor.

Figura 7. a) Quiabeiro com parte aérea e sistema radicular bem desenvolvidos b) Quiabeiro com desenvolvimento comprometido devido a infestação de nematoides. c) Galha provocada pelo nematoide do gênero *Meloidogyne enterolobii*.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Figura 8. a) e b) Infestação de *Fusarium* no vaso condutor do quiabeiro.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

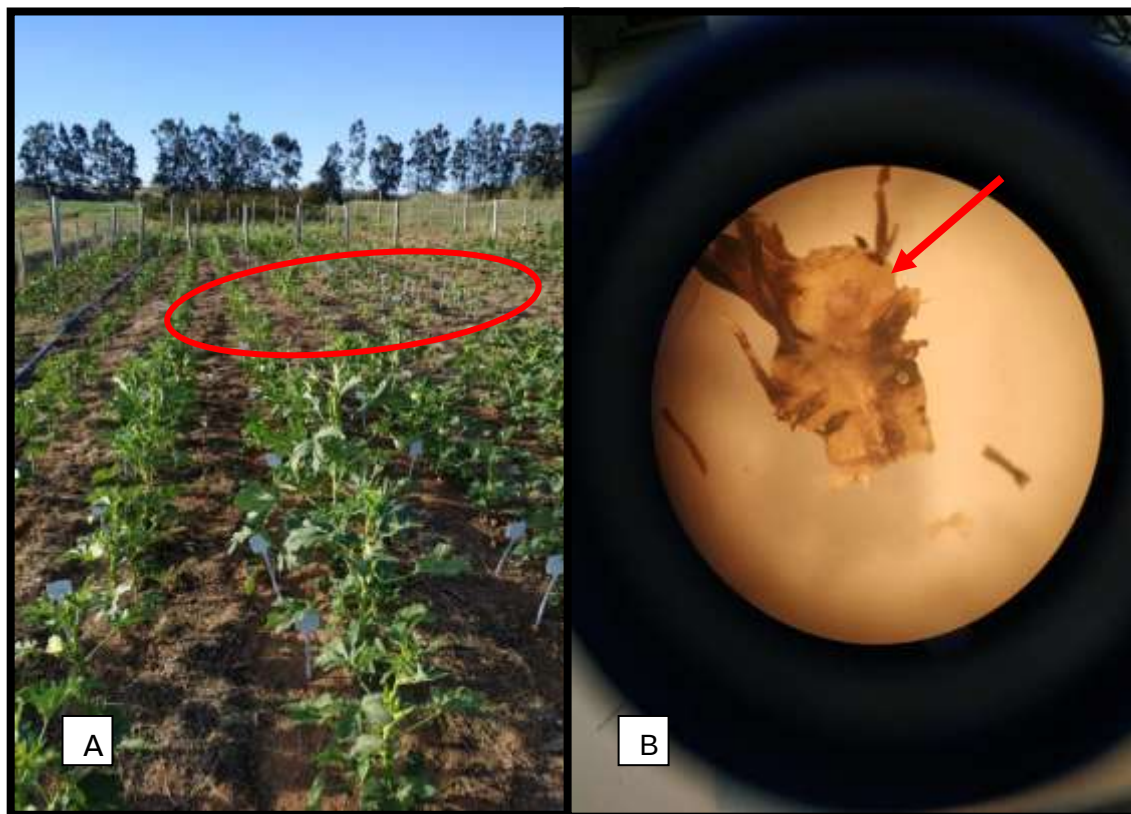
Figura 9. Resultados da análise nematológica.

Nematoides encontrados	Amostra ÁREA 1:	
	Solo	Raiz
<i>Pratylenchus brachyurus</i>	66	198
<i>Helicotylenchus dihystra</i>	66	0
<i>Meloidogyne enterolobii</i>	297	2.475

Fonte: Laboratório de Nematologia Agrícola, FCA – UNESP Botucatu, 2021.

De acordo com Pinheiro et. al., (2013) uma das formas de identificação inicial da presença de nematoides é verificar reboleiras na área de cultivo, assim como pode ser observado na Figura 10A, onde houve uma reboleira que ocupava uma grande parte vertical da área experimental, sendo importante destacar que nas áreas fora das reboleiras as plantas apresentavam ótimo desenvolvimento vegetativo. Para atestar a presença de nematoides nas áreas, foi realizado o arranquio de plantas da margem da reboleira que apresentava sintomas visuais de ataques, e levados ao laboratório, podendo ser observado na Figura da lupa 10B a presença de galhas, provocados por nematoides do gênero *Meloidogyne* spp.

Figura 10. a) Reboleiras causadas pelo ataque de nematoides b) Sistema radicular retirado do quiabeiro em áreas marginais a reboleira apresentando sintomas de galhas causado por (*Meloidogyne* spp.), visto pela lupa eletrônica.



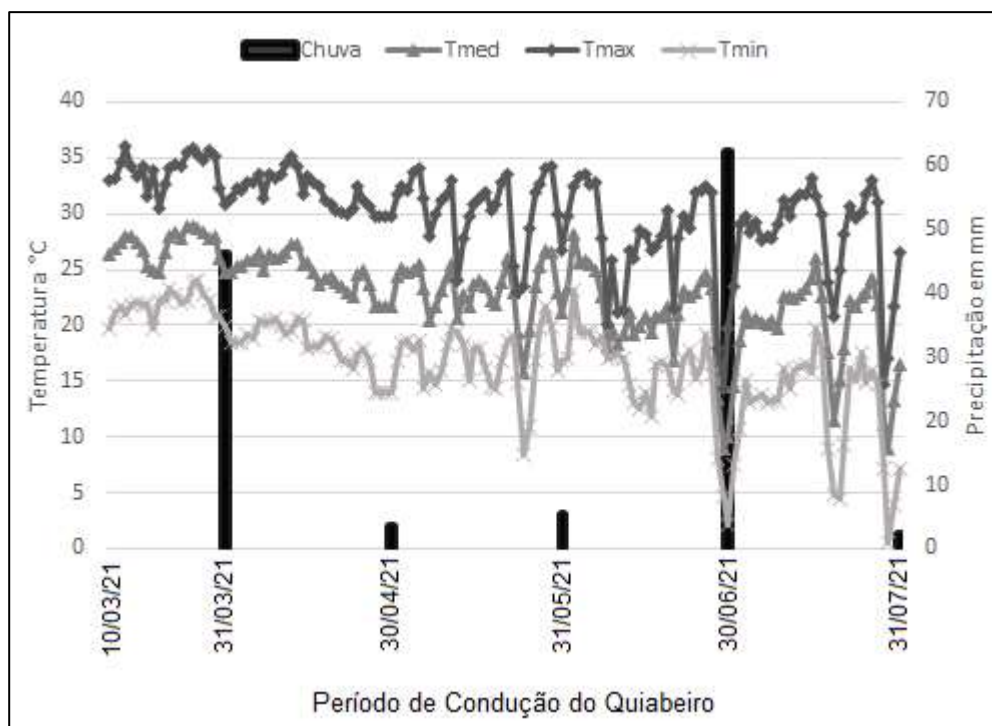
Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Portanto, vale ressaltar que o severo ataque de nematoides na área de cultivo da cultura do quiabo pode ocasionar perdas de 100% da área, e/ou redução intensa de produtividade (PINHEIRO et. al., 2019). Depois que o nematoide entra na área de cultivo, o seu controle não é uma tarefa fácil (PINHEIRO et al., 2019), e também devido a intensidade do ataque e ao desenvolvimento avançado da cultura, decidimos dar sequência ao experimento sem tomar nenhuma atitude de controle, realizando apenas os tratos culturais, e realizar o seu manejo, seja ele químico, biológico ou cultural, ao término do experimento.

Nos dias 30/06/2021, 20/07/2021 e 29/07/2021 ocorreu a deposição de geadas na área experimental (Figura 11), e nesse período a cultura estava em pleno estágio reprodutivo, afetando diretamente na produtividade final da cultura. Segundo Embrapa Hortaliças (2010) a cultura do quiabo não tolera

geadas e nem frio intenso, podendo provocar a queda de flores e frutos, consequentemente a queda brusca de produtividade.

Figura 11. Precipitação (mm) e temperaturas (°C), durante a condução do quiabeiro.



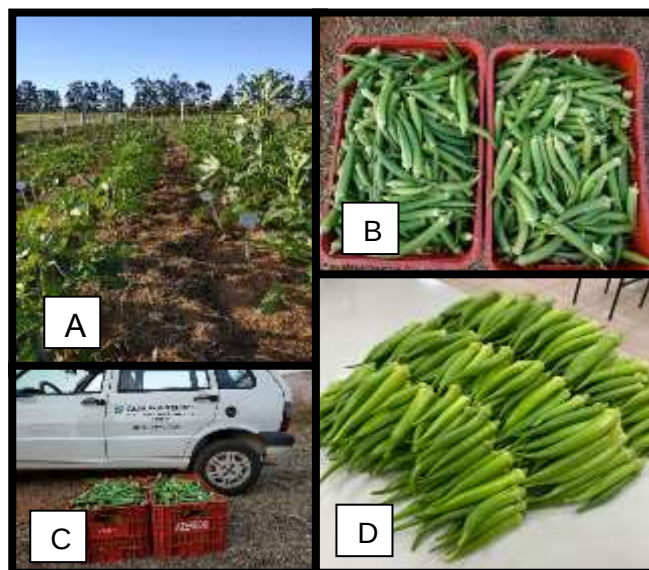
Fonte: Dados meteorológicos diários – Estação meteorológica automática do câmpus de Dracena - FCAT/UNESP, 2023.

Para amenizar os efeitos da geada foi realizado a irrigação antes do nascer do sol, aplicando uma lâmina de água de 15 mm, com o intuito de reduzir a concentração de frio na área a ser protegida (HERTER e CARVALHO, 2022). Entretanto, mesmo realizando esses manejos para amenizar os prejuízos causados pela geada, a redução de produtividade foi inevitável, sabendo que a temperatura ideal de desenvolvimento do quiabo é na faixa de 21 a 30 °C (AGUIAR, 2014).

Diante dos acontecimentos negativos ocorrido, incidência de nematoides, geadas consecutivas e ataques de pragas e doenças, a produtividade final do quiabeiro foi comprometida, entretanto, foi possível avaliar a diferença entre os tratamentos propostos.

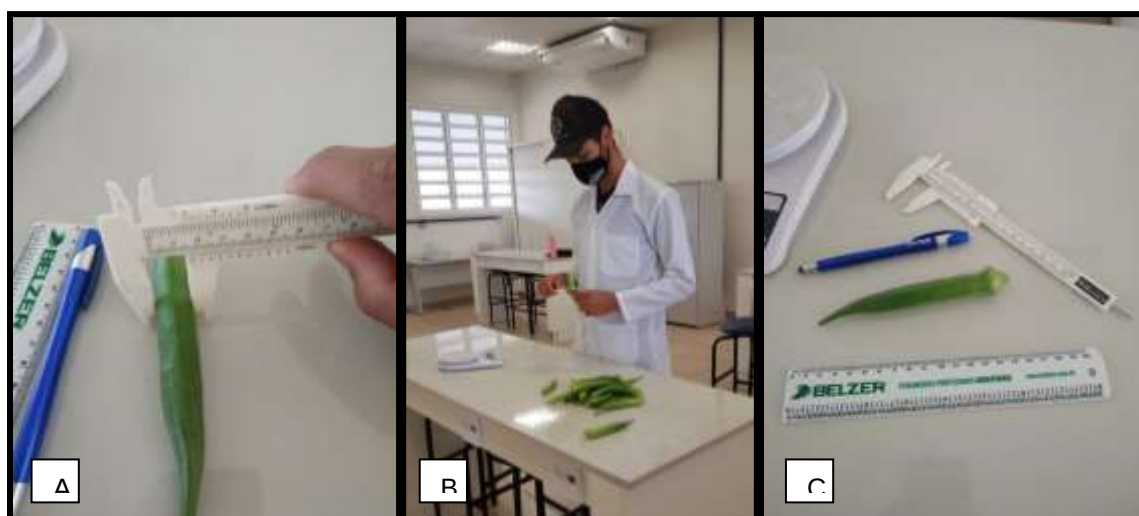
A colheita do quiabo iniciou-se dia 24/04/21 aos 45 DAS e devido as condições adversas foi até o dia 31/07/21 aos 143 DAS, sendo 98 dias de colheita e uma frequência a cada 3 dias. As características avaliadas: foram massa, comprimento e diâmetro do fruto, número de frutos por planta, massa de frutos por planta e produtividade.

Figura 12. a) Visão ampla do campo. b) e c) Doação da colheita para o asilo “Casa dos Velhos”. d) Avaliações laboratoriais.



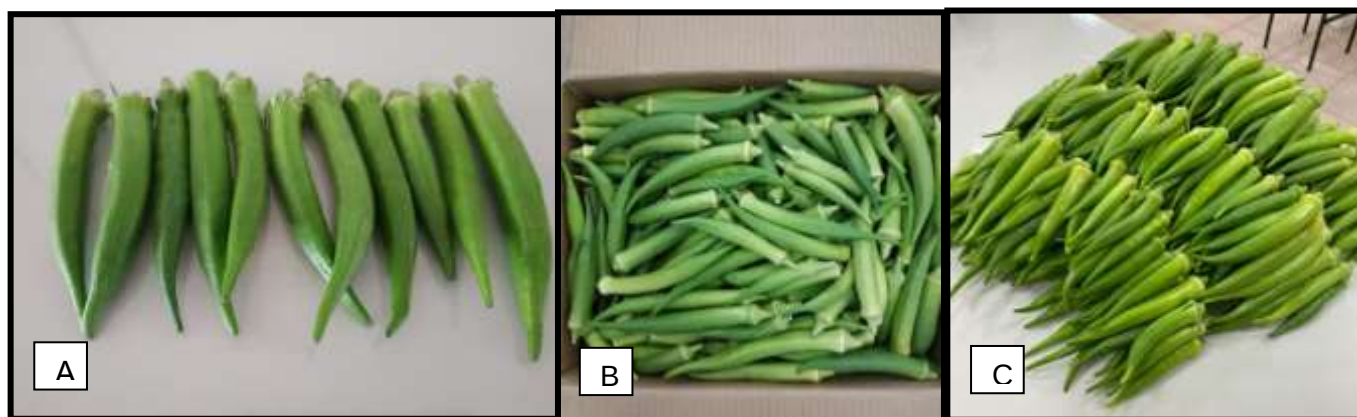
Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Figura 13. a), b) e c) Análises laboratoriais.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Figura 14. a), b) e c) Padrão de qualidade dos frutos colhidos, apresentando características de aceitabilidade de mercado.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

4.5 Água no solo por tensiometria

O manejo da irrigação foi efetuado a partir de sensores de umidade do solo “tensiometria” com tensiômetros de punção, instalados a 0,15 m, sendo este o de decisão do momento de irrigar, como mostra a Figura 16, (SAAD; LIBARDI, 1992). Também foi verificado diariamente a umidade do solo para identificar o efeito da matéria orgânica na retenção de umidade no solo.

Segundo Marouelli et al., (1996) sugere-se que os tensiômetros sejam instalados em três repetições por tratamento: 1/3 e 2/3 da profundidade efetiva do sistema radicular das plantas, e que o controle das irrigações seja baseado na média das três leituras efetuadas nos tensiômetros instalados a 0,15 m de profundidade. Os valores de leitura foram coletados por tensímetro digital com leituras em KPa, como mostra a Figura 15, a fim de determinar os valores de umidade do solo. A irrigação foi realizada quando o sensor de 0,15 m atingiu as proximidades de -15 KPa, para o manejo da irrigação foi feito as leituras dos tensiômetros instalados no tratamento controle (pousio com revolvimento do solo), sendo a leitura dos tensiômetros dos demais tratamentos utilizados para obter o comportamento da dinâmica de água no solo em função dos tipos de palhada e seu manejo.

Paes (2003) afirma que o quiabeiro é uma cultura altamente sensível ao déficit hídrico, sendo de -15 KPa o valor máximo de tensão de água no solo para se promover a irrigação. Em culturas como berinjela, estudada por Bilibio et al. (2010) e tomate, estudado por Marouelli e Silva (2006), as tensões críticas para a maior produtividade foram -15 KPa e -10 KPa, respectivamente.

Figura 15. Tensímetro digital utilizado para realizar as leituras de tensão de água no solo utilizando a unidade de medida KPa.



Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Figura 16. Tensiômetro instalado a 0,15 m de profundidade do solo, sendo o responsável pela decisão de irrigar.



Fonte: dados de pesquisa, 2021

Figura 17. Teste de CUC (Coeficiente de Uniformidade de Christiansen) realizado no sistema de irrigação utilizado no cultivo do quiabo.



Fonte: dados de pesquisa, 2021

4.6 Resistência à penetração

A resistência à penetração foi realizada no dia 28 de abril de 2022, utilizando-se o penetrológ digital modelo Falker® Automação Agrícola, com ponteira cônica de aço inoxidável, e os dados foram analisados em um software que acompanha o aparelho (FALKER, 2021). A profundidade de resistência à penetração analisada foi até 0,2 m, sendo coletado quatro pontos por parcela (LIMA et al., 2013).

Figura 18. PenetroLOG digital modelo Falker®.



Fonte: dados de pesquisa, 2021

Figura 19. Apresentação da área experimental no dia da análise física.



Fonte: dados de pesquisa, 2021

4.7 Macrofauna do solo

Foram realizadas duas coletas de macrofauna do solo, antes da semeadura das coberturas vegetais e após o cultivo do quiabo, totalizando 24 amostras por coleta, sendo três repetições por tratamento (4 adubos verdes x 2

sistemas de plantio). A coleta foi realizada segundo metodologia recomendada por Anderson; Ingran (1993), utilizando uma ferramenta de ferro encomendada sob medida (25 cm x 25 cm de lado e 10 cm de profundidade), que fatia a parcela do solo necessária ao ser pressionada sobre o chão. As amostras foram processadas no próprio campo experimental com umidade do solo na capacidade de campo, utilizando peneiras de solos com tela de 2mm, e os indivíduos maiores que ficaram retidos na tela foram contados manualmente e calculado a densidade da macrofauna, expressa em número de indivíduos m^2 . Não foi realizado a identificação e classificação dos indivíduos contabilizados, sendo a hipótese dessa avaliação identificar somente a quantidade de indivíduos por m^2 dentre os tratamentos.

4.8 Temperatura do solo

Foi aferido a temperatura do solo aos 30, 50, 70 e 90 dias após a semeadura (DAS) do quiabeiro às 14 horas em dois pontos aleatórios de cada parcela, com a utilização de geotermômetro digital nas profundidades de 0 – 5 e 0,05 m – 0,1 m, assim como realizado no trabalho de Torres et al. (2006).

Figura 20. Geotermômetro digital utilizado para aferição da temperatura do solo.



Fonte: dados de pesquisa, 2021

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e aplicados teste t para o preparo de solo, e teste de Tukey para os adubos verdes e resistência a penetração do solo, ambos ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, o adubo verde que apresentou maior produção de massa seca foi o milho ADR 300, onde produziu 9,57 t ha⁻¹. Segundo estudo realizado por Rodrigues e Pereira Filho, (2010), a produção de massa seca dessa cultura pode variar de acordo com a época de semeadura e o índice pluviométrico em sistemas não irrigados, podendo variar desde 3,5 t ha⁻¹ quando semeado em setembro, até 15 t ha⁻¹ quando semeado em novembro. O que justifica, no presente trabalho, uma produção média foi o ocorrido do intenso ataque da lagarta do cartucho, e por consequência diminuiu o IAF (índice de área foliar), reduzindo a quantidade de massa seca por hectare.

A planta de cobertura que houve menor acúmulo de matéria seca foi a mucuna, apresentando produção de 5,33 t ha⁻¹, e de acordo com Aguiar (2014), a produtividade está dentro da média, que pode variar de 3 a 8 t ha⁻¹.

Tabela 2. Massa seca dos adubos verdes: mucuna, milho e 70% mucuna + 30% milho.

Adubo verde	Matéria seca (t ha ⁻¹)
mucuna	5,33 c*
milho	9,57 a
70% mucuna + 30% milho	7,22 b

*Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

5.1 Macrofauna do solo

Quanto a macrofauna do solo, não houve diferença estatística entre os tratamentos nas duas coletas, porém na análise seguinte, após o cultivo dos adubos verdes e do quiabo, apresentou diferença quanto a época de coleta, com um aumento significativo de 40 indivíduos m⁻² (Tabela 3). Santos et al. (2008) em avaliação sobre macrofauna edáfica no cerrado em plantio direto e convencional concluíram que a densidade relativa dentro de cada grupo

taxonômico varia com a época de coleta, como aconteceu nesse experimento. Também quantificaram a densidade da comunidade de macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de produção: sistema convencional (SC), sistema plantio direto (SPD), sistema integração lavoura/pecuária (SILP), pastagem contínua (PC) e vegetação nativa. As amostragens foram realizadas em três safras de verão e de inverno. Na safra de verão, observou-se similaridade entre os sistemas SPD e SILP e entre o SC e PC e na safra de inverno, a similaridade foi entre os sistemas SPD, SILP e PC, ou seja, a fauna do solo é sensível a alterações na época da coleta, a diferentes coberturas vegetais e ao manejo (CORDEIRO et al., 2004). Também vale destacar, que no presente estudo, após o cultivo de coberturas vegetais e a implantação do quiabo, houve melhorias das condições edáficas da área experimental e talvez isso tenha favorecido a macrofauna do solo.

Tabela 3. Macrofauna em função da época de coleta antes da cobertura vegetal cultivada em manejo de plantio direto e convencional e também coletada após a colheita do quiabo.

Época de coleta	Macrofauna (indivíduos m ²)
Antes cobertura vegetal	48 b*
após colheita do quiabo	88 a

*Médias seguidas por mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

5.2 Características químicas do solo

Comparando as características químicas do solo após a roçagem dos adubos verdes e o cultivo do quiabo, nota-se elevação expressiva do K para todos os tratamentos após o cultivo do quiabo (Tabela 4 e 5). Talvez seja pela ciclagem de nutrientes realizada pelos adubos verdes com posterior degradação da matéria orgânica em maiores profundidades, com isso, teve efeito direto na saturação por base, se elevando ao final do ciclo do quiabeiro

para todos os tratamentos, em especial na parcela com o uso da mucuna com preparo do plantio direto (V= 97%) (Tabela 5).

Tabela 4. Análise química do solo após a roçagem dos adubos verdes na camada de 0 - 0,2m, realizada em 15/02/2021.

Profundidade 0 - 0,2m											
P-resina	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V	m
mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmolc dm ⁻³				%	%
179	14	6	1,8	45	11	15	0	57,8	72,8	79	0

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

Tabela 5. Características químicas do solo após o cultivo do quiabo cultivar Santa Cruz, de acordo com dois sistemas de plantio e quatro tipos de cobertura vegetal, realizada em 01/08/2021.

Tratamento	Sistemas de plantio	P-resina	S-SO4	MO	pH	K	Ca	Mg	H+ Al	Al	SB	CTC	V	m
		mg dm ⁻³	g dm ⁻³	Ca Cl ₂	mmolc dm ⁻³							%	%	
Profundidade 0 – 0,2m														
Gramínea	Convencional	137	5	14	6,4	3,5	41	9	10	0	53,5	63,5	84	0
Gramínea	Direto	165	5	18	6,4	4,9	48	13	11	0	65,9	76,9	86	0
Leguminosa	Convencional	145	6	17	6,6	3,9	42	11	9	0	56,9	65,9	86	0
Leguminosa	Direto	173	5	15	6,4	16,6	49	10	11	0	75,6	86,6	97	0
Consórcio	Convencional	133	4	16	6,4	4,2	37	10	9	0	51,2	60,2	85	0
Consórcio	Direto	118	5	15	6,2	4,8	31	12	11	0	47,8	58,8	81	0
Pousio	Convencional	93	5	14	6	2,9	20	9	12	0	31,9	43,9	73	0
Pousio	Direto	21	6	15	6,4	3,3	30	12	11	0	45,3	56,3	80	0

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

5.3 Características de temperatura do solo

A temperatura do solo não sofreu elevadas alterações entre as camadas estudadas e nota-se que nem mesmo entre as épocas, exceto aos 70 DAS que houveram temperaturas mais amenas, devido à baixa temperatura do ar registrada no dia da aferição. De acordo com Silva et al. (2006) o sistema de manejo do solo tem influência direta na temperatura do solo, pois modifica totalmente a sua superfície, entretanto, o sistema de plantio direto do experimento realizado ainda não está consolidado pelo curto tempo de abertura da área, sendo de apenas 3 anos, e segundo Pereira et al. (2007) o período de consolidação de um sistema de plantio direto situa-se entre o 9º e o 10º ano após a sua implantação.

Além disso, no município de Dracena-SP, localizada na região do Oeste Paulista, apresenta elevadas temperaturas, ocasionando grande degradação da palhada que ficou sobre o solo nos primeiros 50 dias após a roçada, deixando o solo desprotegido e exposto aos raios solares, influenciando diretamente no resultado de temperatura do solo. Desse modo, com a ausência de palhada sobre a superfície, não houve grande diferença nas leituras de temperatura do solo entre os tratamentos propostos, percebendo uma leve tendência de aumento com o passar do tempo, corroborando com os períodos de ausência de palhada.

Tabela 6. Médias de temperatura do solo em °C nas profundidades de 0 – 0,05 m e 0,05 – 0,1 m após 30, 50, 70 e 90 dias após a semeadura do quiabo.

30 DAS								
	PDG	PDM	PDL	PCG	PCM	PCL	PCP	PDP
0 - 5 cm	23	22	21	24	24	24	24,5	25
5 - 10 cm	20	19,5	19	22,5	23	22	23	23,5
50 DAS								
	PDG	PDM	PDL	PCG	PCM	PCL	PCP	PDP
0 - 5 cm	21	21,5	20	22	22	23	23	24
5 - 10 cm	20,5	20	19	20	21	21,5	21	22
70 DAS								
	PDG	PDM	PDL	PCG	PCM	PCL	PCP	PDP
0 - 5 cm	18	16	17	19	18	18	18	19
5 - 10 cm	17	16	16	17	17	16	17	17
90 DAS								
	PDG	PDM	PDL	PCG	PCM	PCL	PCP	PDP
0 - 5 cm	27	24	25	22	28	27	26	24
5 - 10 cm	23	24	23	21	23	25	23	22

*PDG: Plantio direto gramínea (milheto); PDM: Plantio direto com 70% mucuna + 30% milheto; PDL: Plantio direto leguminosa (mucuna); PCG: Plantio convencional gramínea (milheto); PCM: Plantio convencional com 70% mucuna + 30% milheto; PCL: Plantio convencional leguminosa (mucuna); PCP: Plantio convencional com pousio; PDP: Plantio direto com pousio.

Fonte: Dados de pesquisa 2021.

5.4 Características de umidade de água no solo

Para a verificação da tensão do solo foi utilizado tensiometria, assim como no projeto de Da Silva et al. (1999). Diante do exposto, foi necessário definir alguns parâmetros qualitativos do sistema de irrigação, como uniformidade de aplicação e lâmina média irrigada, realizando o teste de uniformidade denominado teste de CUC (coeficiente de uniformidade de Christiansen), expressos na Tabela 7.

Tabela 7. Resultados do teste de CUC realizado no sistema de irrigação utilizado no cultivo do quiabo.

LÂMINA MÉDIA DA IRRIGAÇÃO (mm/h)	TESTE DE UNIFORMIDADE DA IRRIGAÇÃO (%)
6,31 mm	81%

Fonte: Dados de pesquisa 2021.

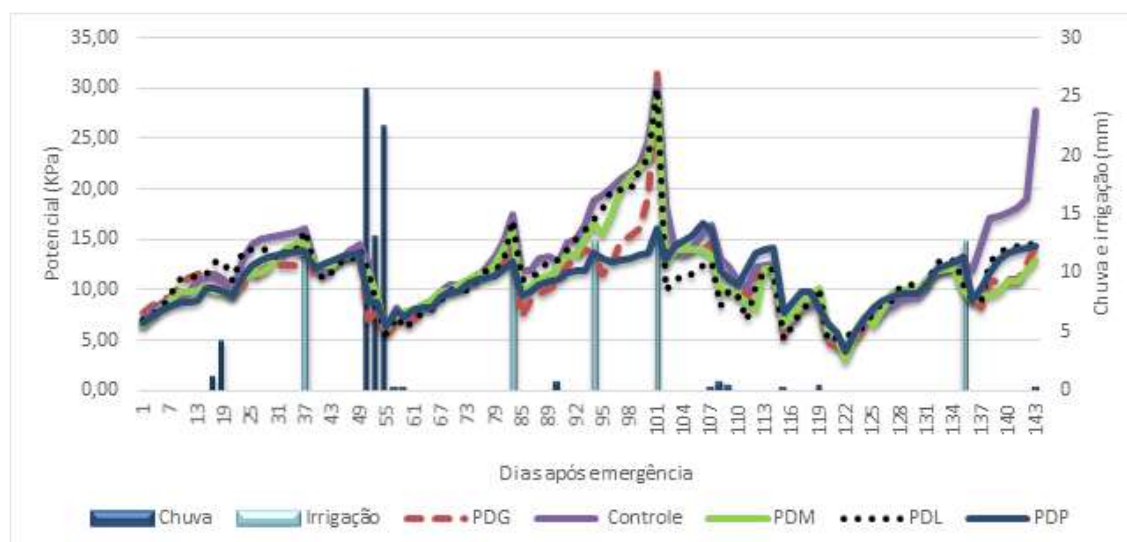
De acordo com Justi et al. (2010) o coeficiente de uniformidade exprime a variabilidade da lâmina de irrigação na superfície do solo e é influenciado, principalmente, pelo espaçamento entre aspersores, velocidade do vento e pressão de serviço. Segundo Nascimento et al. (2017) o valor mínimo de uniformidade para os sistemas de irrigação por aspersão é de 80%, corroborando com os dados encontrados nos testes realizados.

Do Nascimento et al. (2001) obtiveram resultados positivos do manejo da irrigação do feijoeiro no sistema de plantio direto quando comparado com o convencional, e uma economia de 20% de água. Uma das causas para o sistema de plantio direto estabelecido sobressair do sistema convencional, está relacionado a menor evaporação de água devido à presença de palhada, maior agregação do solo, permitindo maior retenção de água nas partículas coloidais, e maior área de solo explorada pelo sistema radicular, devido a descompactação natural ocasionada pelas plantas de cobertura.

Para as características de tensiometria do solo, quando comparado com o controle, que estava no tratamento de plantio convencional pousio, obteve melhores resultados para os sistemas de plantio direto de gramínea (PDG) e para o sistema de plantio direto mix (PDM) (Figura 21). Nesses tratamentos foi observado que o comportamento da curva de umidade do solo sempre esteve abaixo da curva do tratamento controle, mesmo com pouca diferença, corroborando com a hipótese do experimento.

De acordo com o trabalho realizado por Pavani et al. (2008), não foi observado diferença de comportamento da tensão do solo nos tratamentos de plantio direto e plantio convencional, no entanto, para o primeiro ano de produção agrícola. Sendo assim, ao analisar os dados obtidos, e sabendo que o sistema de produção já está instalado a três anos, podemos afirmar que a área está em início de estabilização.

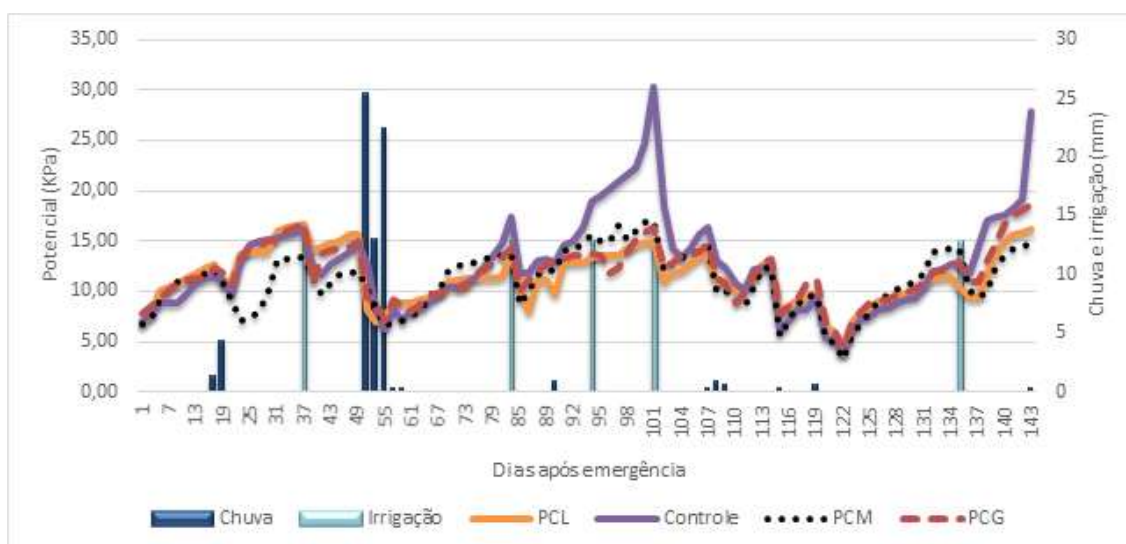
Figura 21. Variação da tensão de água (KPa) na profundidade de 0,15 m ao longo do ciclo da cultura do quiabeiro, instalado no sistema de produção plantio direto de gramínea (PDG), plantio direto mix de gramínea + leguminosa (PDM), plantio direto de leguminosa (PDL), comparado com o tratamento de sistema de produção convencional sem planta de cobertura (Controle), com irrigações realizadas a 15 KPa.



Fonte: Dados de pesquisa 2021.

Ao comparar a curva de tensão do solo com o sistema de preparo convencional e o sistema de preparo direto, não apresentou diferença, exceto aos 101 DAE (dias após a emergência), onde no tratamento controle o potencial matricial do solo teve pico de 30 KPa, e nos sistemas onde houve o revolvimento do solo não apresentou elevações, diferentemente das curvas com o tratamento de plantio direto que teve elevações (Figura 22). Esse ocorrido vai de encontro com a hipótese do experimento, pois nesse ponto isolado o sistema de plantio direto deveria apresentar menor tensão do solo quando comparado com o preparo convencional, sendo uma das explicações a interferência de ventos no sistema de irrigação, causando desuniformidade e favorecendo a área de plantio convencional (FARIA et al., 2009).

Figura 22. Variação da tensão de água (KPa) na profundidade de 0,15 m ao longo do ciclo da cultura do quiabeiro, instalado no sistema de produção plantio convencional de leguminosa (PCL), plantio convencional mix de gramínea + leguminosa (PCM), plantio convencional sem planta de cobertura (Controle), com irrigações realizadas a 15 KPa.



Fonte: Dados de pesquisa 2021

5.5 Características de resistência a penetração do solo

De acordo com os autores Taylor et al. (1966) e Meroto Junior & Mundstock (1999), a característica de resistência a penetração começa a ficar restritiva para o cultivo a partir de 2 MPa. Correlacionando essas informações, para o tratamento pousio, obteve resultados de 1,98 MPa para a profundidade 0,0 – 0,10m e 2,46 MPa para a profundidade 0,10 – 0,20m (Tabela 8), e de acordo com Feltrin Sementes (2022) a maior parte do sistema radicular do quiabeiro está a 20cm de profundidade, e a sua dificuldade de crescimento limita a absorção de água e nutrientes para estabelecer a sua produção (LIMA et al., 2010).

Diante do resultado de resistência a penetração do tratamento pousio (Tabela 8), foi realizado uma busca no histórico da área para explicar o fato do valor elevado, superior a 2 MPa na camada de 0,10 – 0,20m. Desse modo, concluiu-se que a algumas safras passadas aquele local servia de local de

manobra de máquinas agrícolas, ocasionando elevada compactação do solo, e ainda, como o tratamento é uma área de pousio, não havia a presença de plantas de coberturas para estimular a descompactação biológica e potencializar o crescimento de raízes.

Não houve diferença estatística para os tratamentos das plantas de cobertura e as subparcelas do plantio direto e convencional, corroborando com os dados encontrados por Costa et al. (2006), que concluíram que não há diferença entre a qualidade física dos solos cultivados sob os sistemas de preparo convencional e plantio direto. No entanto, vale destacar que o controle de tráfego de maquinários é essencial para a manutenção do sistema, e que a utilização de plantas de coberturas é indispensável (SANTOS et al., 2014).

A planta de cobertura que obteve melhores resultados foi a gramínea, sendo utilizado o milho cv. ADR 300 (Figura 19). De acordo com Herrada et al. (2017), o milho apresenta elevado volume de crescimento radicular e pode auxiliar na descompactação do solo através da construção de canais que auxilia o escoamento da água e do crescimento de raízes das culturas anuais sucessora, melhorando gradativamente o perfil do solo.

Tabela 8. Resistência a penetração do solo (MPa).

RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO (MPa)		
Trat (T)	0,0 - 0,10m	0,10 - 0,20m
Leguminosa	0,97 b	0,72 b
Mix	1,19 ab	1,01 b
Gramínea	0,47 b	0,52 b
Pousio	1,98 a	2,46 a
Subparcelas (S)		
PC	1,00	0,98
PD	1,30	1,36
F (T)	0,0127*	0,0485*
F (S)	0,1878 ^{ns}	0,1584 ^{ns}
F (TxS)	0,2681 ^{ns}	0,0958 ^{ns}
CV1 (%)	21,73	48,27
CV2 (%)	32,43	35,69

Fonte: dados de pesquisa, 2021.

5.6 Características de produção do quiabo

Os resultados de característica de produção, expressos na Tabela 10, pode-se observar que para a cobertura vegetal (parcela), onde houve diferença significativa apenas para número de frutos e massa de frutos por planta. Para o preparo de solo (subparcela) a única característica que não apresentou diferença significativa foi o diâmetro de fruto, e para a interação entre os fatores as características que não tiveram diferença significativa foi o diâmetro de fruto e a massa de fruto.

Tabela 9. Características de produção de quiabo cv. Santa Cruz, expressos os resultados do teste F e CV (%).

Cobertura vegetal (Parcela)	DF (cm)	MF (g)	CF (cm)	NF	MFPL (g)	PD (t ha ⁻¹)
Mucuna	1,8	19,4	12,0	89	89,0	12,0
Milheto	1,7	18,6	11,6	76	292,0	9,8
70% mucuna + 30% milheto	1,7	16,5	10,8	49	166,2	5,5
Pousio	1,9	20,0	12,1	19	390,8	7,8
Preparo do solo (Subparcela)						
Convencional	1,7	17,5	11,3	70	260	8,7
Plantio direto	1,7	18,8	11,6	72	284	9,4
F (Parcela)	0,743 ^{ns}	0,432 ^{ns}	0,325 ^{ns}	0,039*	0,036*	0,38 ^{ns}
F (Subparcela)	0,634 ^{ns}	0,012*	0,012*	0,048*	0,029*	0,034*
F (Parcela x Subparcela)	0,465 ^{ns}	0,371 ^{ns}	0,0463*	0,039*	0,047*	0,041*
CV1 (%) ¹	5,7	13,2	7,9	27,3	26,3	25,4
CV2 (%)	4,0	13,1	7,9	22,5	21,7	22,8

¹CV(%): coeficiente de variação.

ns: não significativo

*Teste F significativo ao nível de 5% de probabilidade

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Para a característica de diâmetro de fruto, não houve diferença estatística (Tabela 10). No trabalho de De Almeida (2015), onde trabalhou com diferentes espécies de plantas de coberturas, também não verificou diferença estatística para diâmetro de frutos, e apresentou média geral de 1,5 cm,

próximo a média geral dos resultados encontrados na pesquisa, que foi de 1,6 cm.

Tabela 10. Características de produção de quiabo cv. Santa Cruz.

Preparo do solo	Diâmetro de fruto (cm)			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	1,7 Aa ¹	1,7 Aa	1,7 Aa	1,98 A
Plantio direto	1,8 Aa	1,6 Aa	1,6 Aa	
	Massa fresca do fruto (g)			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	17,9 Aa	17,6 Aa	17,0 Aa	20,0 A
Plantio direto	20,9 Aa	19,5 ABa	15,9 Ba	
	Comprimento do fruto (cm)			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	11,2 Ab	12,0 Aa	10,6 Aa	12,1 A
Plantio direto	12,8 Aa	11,1 Ba	10,9 Ba	
	Número de frutos por planta			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	63 Ab	93 Aa	54 Ab	19 A
Plantio direto	115 Aa	58 Ba	44 Ba	
	Massa de frutos por planta (g)			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	229,7 Ab	374,3 Aa	174,7 Aa	390,8 A
Plantio direto	485,7 Aa	210,3 Ba	154,7 Ba	
	Produtividade (t ha ⁻¹)			
	Mucuna	Milheto	70% mucuna + 30% milho	Pousio
Convencional	7,7 Ab	12,5 Aa	5,8 Aa	7,8 A
Plantio direto	16,2 Aa	7,0 Ba	5,1 Ba	

¹médias com mesma letra maiúscula na linha pelo teste de Tukey, e mesma letra minúscula na coluna pelo teste t, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

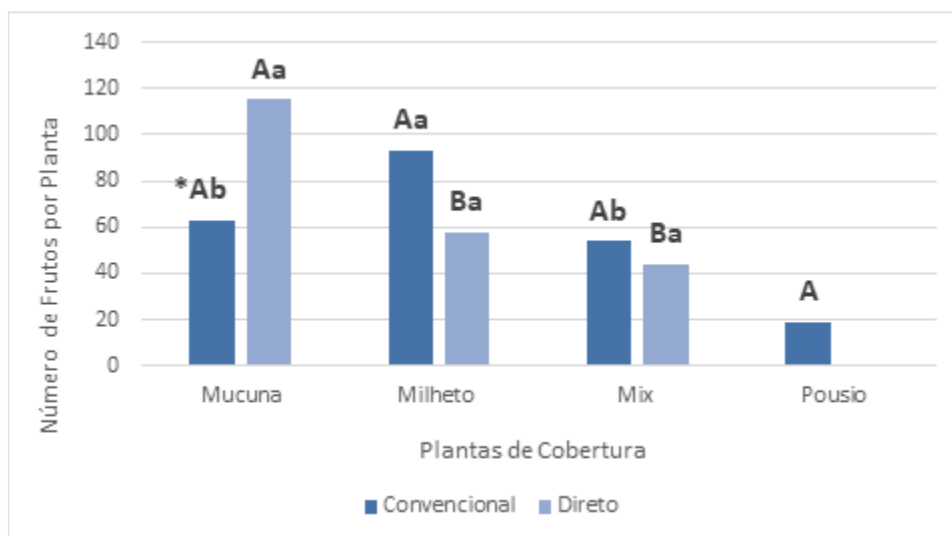
Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Na característica de massa fresca do fruto, analisando o preparo de solo dentro dos adubos verdes, o sistema de plantio convencional não houve diferença estatística quando comparado com as diferentes plantas de cobertura, entretanto, para o sistema de plantio direto a mucuna obteve resultados mais relevantes, com 20,9 g de massa fresca por fruto, diferenciando estatisticamente do consórcio, que por sua vez, não diferenciou do milho (Tabela 10). Para a avaliação dos adubos verdes dentro do preparo de solo, não houve nenhuma diferença estatística.

Para a característica de comprimento de fruto, ao comparar o preparo de solo dentro dos adubos verdes, o sistema de plantio direto obteve diferença estatística com resultado mais expressivo para a planta de cobertura mucuna, apresentado comprimento de 12,8 cm (Tabela 10), 0,8 cm maior que a média encontrada no trabalho de De Almeida (2015), onde não constatou diferença estatística de comprimento de fruto entre as plantas de cobertura utilizadas. Para a comparação dos adubos verdes dentro do preparo de solo, houve diferença estatística apenas para a mucuna, sobressaindo o sistema de plantio direto.

Em relação ao número de frutos por planta, no preparo de solo dentro das plantas de cobertura, houve somente resultados significativos para o sistema de plantio direto com a planta de cobertura mucuna, sobressaindo com 115 frutos por planta. Ao comparar os sistemas de plantio, obteve-se resultados significativos apenas para mucuna e para o consórcio, sendo superior e ambos no sistema de plantio direto, apresentando 115 e 44 frutos por planta, respectivamente (Figura 23).

Figura 23. Número de frutos por planta da cultura do quiabo em diferentes tipos de ambientes de produção.



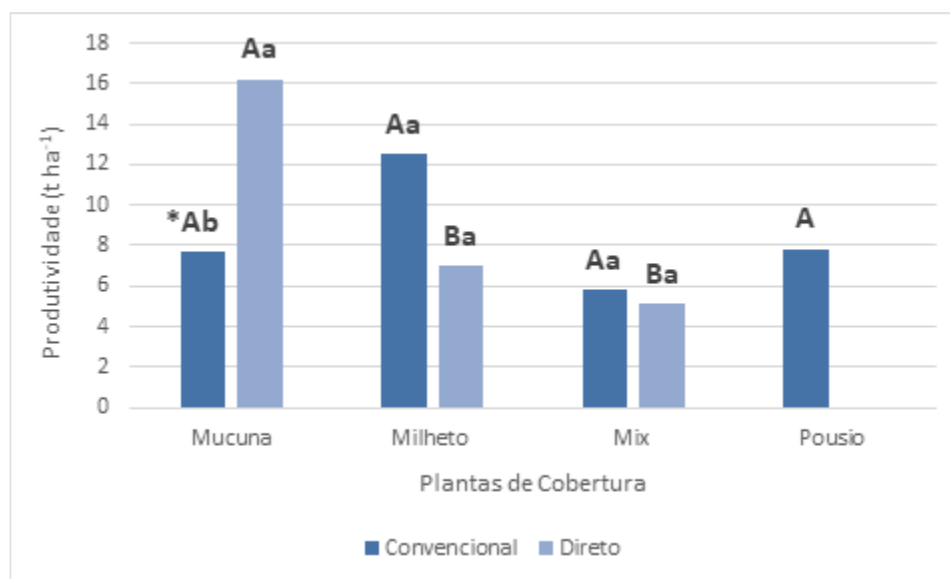
*Barra do gráfico de mesma cor seguida com letras iguais maiúscula pelo teste de Tukey e barra do gráfico de cor diferente seguida de letras iguais minúscula pelo teste t, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

Com relação a massa de frutos por planta, houve diferença estatística apenas para a planta de cobertura mucuna implantada no sistema de plantio direto, apresentando 485,7 g de massa de frutos por planta, uma diferença a mais de 111% quando comparado com o sistema de plantio convencional.

Em relação a produtividade, houve diferença estatística apenas para a planta de cobertura mucuna implantada no sistema de plantio direto, demonstrando uma produtividade de 16,2 t ha⁻¹, sendo uma diferença de 110% a mais quando comparado ao plantio convencional (Figura 24).

Figura 24. Produtividade da cultura do quiabo em diferentes tipos de ambientes de produção.



*Barra do gráfico de mesma cor seguida com letras iguais maiúscula pelo teste de Tukey e barra do gráfico de cor diferente seguida de letras iguais minúscula pelo teste t, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados de pesquisa, 2021.

No trabalho De Almeida (2015), onde foi realizado vários tratamentos testando diferentes plantas de coberturas no sistema de plantio direto, e a cultura do quiabeiro em sucessão, apresentou produtividade de 24 t ha⁻¹ no sistema de plantio direto com a planta de cobertura crotalária, sendo uma leguminosa, assim como a mucuna, onde foi identificado no presente trabalho acréscimo de produtividade em relação as outras plantas de coberturas. De acordo com Nogueira et al. (2012), as leguminosas apresentam inúmeras características favoráveis, que dentre elas destaca-se a fixação biológica de nitrogênio e sistema radicular profundo, proporcionando diversos benefícios químicos, físicos e biológicos do solo.

No tratamento do sistema de pousio, onde tinha a presença de plantas espontâneas como planta de cobertura, só houve o estabelecimento da cultura

do quiabeiro no sistema de plantio convencional, não conseguindo conduzir as plantas no sistema de plantio direto. Uma das hipóteses é que no sistema de plantio direto o solo estava muito compactado, e como não havia sido implantado uma cultura de cobertura para servir como descompactador biológico, o sistema radicular não conseguiu penetrar no solo para absorção de água e nutrientes, ocasionando a não produção desse tratamento.

Devido a tal acontecimento, realizou-se uma busca no histórico da área de produção, e descobriu-se que em algumas safras passadas aquele local onde estava instalado o sistema de plantio direto do pousio realizava-se a manobra de máquinas agrícolas, contribuindo ainda mais para a compactação da área. No decorrer do experimento foi realizado três ressemeaduras desse tratamento, mas como as plantas não se estabeleciam, foi decidido seguir com o experimento de tal forma, pois nos outros tratamentos as plantas do quiabeiro já estavam entrando no ciclo reprodutivo, e haveria muita interação negativa.

De acordo com Lima et al. (2010), os Argissolos, que é a classificação do solo do experimento, indica um valor crítico de compactação quando apresentam valores que variam de 1,7 a 1,9 MPa, interferindo diretamente na estabilização e produção da cultura. Dessa forma, corroboram com os dados obtidos a campo (Tabela 8), onde a resistência a penetração para o tratamento pousio chega a 1,98 MPa de 0,0 a 0,10 m de profundidade, e 2,46 de 0,10 a 0,20 m, comprovando a hipótese levantada.

6 CONCLUSÃO

Portanto, conclui-se que a cultura do quiabeiro cv. Santa Cruz apresenta melhores resultados de produtividade e de características de massa fresca, comprimento do fruto, número de frutos e massa de fruto por planta quando instalado no sistema de plantio direto utilizando a planta de cobertura mucuna, com uma diferença de produtividade de 110% a mais em relação ao sistema de plantio convencional. Já para tensiometria do solo, os melhores resultados foram para o plantio direto de gramínea e mix (gramínea + leguminosa), entretanto não apresenta grande diferença dos sistemas convencionais com plantas de cobertura. Para a qualidade física do solo o uso de plantas de cobertura diminuiu a resistência a penetração quando comparado ao sistema de pousio.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, T., GONÇALVES, C., PATERNIANI, M., TUCCI, M., CASTRO, C. **Boletim 200: Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 2014.

AGRISTAR. Sementes de Quiabo Santa Cruz 47. 2023. Disponível em: <https://agristar.com.br/topseed-garden/tradicional-hortalicas/quiabo-santa-cruz-47/552081//>. Acesso em: 23/05/2023.

ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Soil fauna**. In: Tropical soil biological and fertility: A Handbook of methods. 2. ed. Wallingford: C.A.B. International, 1993. p. 44-46

ARAÚJO NETO, S. E.; GALVÃO, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; PARMEJIANI, R. S.; NEGREIROS, J. R. S. Plantio direto de cebolinha sobre cobertura vegetal com efeito residual da aplicação de composto orgânico. **Ciência Rural**, v. 40, n. 5, p. 1206-1209, 2010.

BILIBIO, C.; CARVALHO, J. A.; MARTINS, M.; REZENDE, F. C.; FEIAS, E. A.; GOMES, L. A. A. Desenvolvimento vegetativo e produtivo da berinjela submetida a diferentes tensões de água no solo. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n. 07, p. 730-735, 2010.

CARVALHO, E.J.M.; DE FREITAS, P. L. Plantio direto: Caminho para a agricultura sustentável. **Embrapa**. 2008.

CASTRO, C. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; CARVALHO, J. F. Plantio direto, adubação verde e suplementação com esterco de aves na produção orgânica de berinjela. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 495-502, 2005.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milho e crotalária. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/34869/>>. Acesso em: 01 nov. 2021.

CONSUMO SUSTENTÁVEL: **Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/consumo_sustentavel.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2021.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. D. C.; MERLIM, A. D. O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. D.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 24, n. 2, p. 29-34, 2004.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 1185-1191, 2006.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.161-168, 2005.

DA ROSA, M. G., KLAUBERG FILHO, O., BARTZ, M. L. C., MAFRA, Á. L., DE SOUSA, J. P. F. A. BARETTA, D. Soil macrofauna and physical and chemical properties under soil management systems in the Santa Catarina highlands, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1544-1553. 2015.

DA SILVA, E. M.; DE AZEVEDO, J. A.; GUERRA, A. F.; FIGUERÊDO, S. F.; DE ANDRADE, L. M.; ANTONINI, J. D. A. Manejo de irrigação por tensiometria para culturas de grãos na região do cerrado. **Embrapa**.1999.

DE ALMEIDA, S. N. C. Cultivo sustentável de quiabo utilizando diferentes espécies vegetais como cobertura do solo em sistema de plantio direto. **Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF**. 2015.

DO NASCIMENTO, J. L.; STONE, L. F.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Demanda total de água do feijoeiro nos sistemas de plantio convencional e direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 159-161, 2001.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A.; SCHIRMANN, J.; GONZATTO, R. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1714-1723, 2012.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Disponível em: www.sebrae.com.br/setor/horticultura. **Embrapa Hortaliças**. Acesso em: 13 de maio de 2023. v. 70, p. 900. 2010.

ECHER, M.M.; DALASTRA, G.M.; HACHMANN, T.L.; GUIMARÃES, V.F.; FIAMETTI, M.S. Desempenho de cultivares de berinjela em plantio direto e convencional. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 239-243, 2016.

FACTOR, T. L.; LIMA, J. R. S.; PURQUERIO, L. F. V.; BREDA JÚNIOR, J. M.; CALORI, A. H. C. 2010. Produção de beterraba em plantio direto sob diferentes palhadas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 50º. Resumos. Guarapari: SOB (CD-Rom).

FALKER. Disponível em: file:///C:/Users/Alan/Downloads/NAP_PLG1020_001_A.pdf. Acesso em: 15 de abril de 2021.

FARIA, L. C. et al. Simulação da uniformidade da irrigação de sistemas convencionais de aspersão operando sob diferentes condições de vento. **Engenharia Agrícola**, v. 29, p. 19-27, 2009.

FELTRIN SEMENTES. Quiabo Santa Cruz 47. Disponível em: <https://www.sementesfeltrin.com.br/produtos/quiabo-santa-cruz-47/344>. Acesso em: 19/11/2022.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. Ed. UFV, 3ª ed. Viçosa MG, p. 421. 2008.

GASSEN, D.; GASSEN, F. **Plantio direto: O caminho do futuro**. Passo Fundo, RS: Aldeia Sul. 207p, 1996.

HERRADA, M. R.; LEANDRO, W. M., & FERREIRA, E. P. B. Leguminosas isoladas e consorciadas com milheto em diferentes sistemas de manejo do solo no feijão orgânico. **Terra Latinoamericana**, 2017.

HERTER, F. G.; CARVALHO, F. L. C. **Clima e solos**. 2022.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E. K.; GUIMARÃES, E. C.; RÓS, A. B.; MONQUERO, P. A. Plantio direto de alface americana sobre plantas de cobertura dessecadas ou roçadas. **Bragantia, Campinas**, v. 73, n. 2, p. 178-183, 2014.

HIRATA, A. C. S.; HIRATA, E.K.; MONQUERO, P. A.; GOLLA, A. R.; NARITA, N. Plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do tomate em plantio direto. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 465-472, 2009.

JUSTI, A. L.; VILAS BOAS, M. A.; SAMPAIO, S. C. Índice de capacidade do processo na avaliação da irrigação por aspersão. **Engenharia Agrícola**, v. 30, p. 264-270, 2010.

KIELING, A. S.; COMIN, J. J.; FAYAD, J. A.; LANA, M. A.; LOVATO, P. E. Plantas de cobertura de inverno em sistema de plantio direto de hortaliças sem herbicidas: efeitos sobre plantas espontâneas e na produção de tomate. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2207-2209, 2009.

LIMA, C. E. P.; MADEIRA, N. R. Sistema de Plantio Direto em Hortaliças (SPDH). **Embrapa Hortaliças**, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2251611/sistema-de-plantio-direto-em-hortalicas-spdh>>. Acesso: 28 dez. 2021.

LIMA, R. P.; LEÓN, M. J. D.; SILVA, A. R. Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração. **Revista Ceres**, v. 60, n. 4, p. 577-581, 2013.

LIMA, C. L. R. et al. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 45, p. 89-98, 2010.

LIMA, M. E.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, A. P.; ROCHA, H. S.; GUERRA, J. G. M. Desempenho do cultivo da berinjela em plantio direto submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 6, p. 604-610, 2012.

LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S.; KOUCHER, L. P.; OLIVEIRA, R. A.; KURTZ, C.; LOVATO, P. E.; CURMI, P.; BRUNETTO, G.; COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1212-1224, 2015.

MARQUELLI, W. A.; ABDALLA, R. P.; MADEIRA, N. R.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, R.F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.369-375, 2010.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Irrigação por gotejamento do tomateiro industrial durante o estágio de frutificação, na região de Cerrado. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 03, p. 342-346, 2006.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo de irrigação em hortaliças** 5 ed. Gama: EMBRAPA - CNPH. Revisão ampliada, 72 p.1996.

MELO, R. A. C. Produtividade e rentabilidade de brócolos de inflorescência única em sistema de plantio direto. Brasília: **UnB**, 2007. 56p. (Dissertação de Mestrado).

MEROTO JUNIOR, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.197-202, 1999.

- MORAES JÚNIOR, E.B.; SENO, S.; SELEGUINI, A. Espaçamento para quiabeiro cultivar Santa Cruz 47. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 45, Fortaleza. Horticultura Brasileira, Brasília, DF, 23: 404-405. 2005.
- NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.
- NOGUEIRA, N.; OLIVEIRA, O.; MARTINS, C.; BERNARDES, C. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. **Enciclopédia biosfera**, v. 8, n. 14, 2012.
- PAES, H. M. F. Demanda hídrica e função de produção da cultura do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ. 2003, 57 f. **Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)**.
- PAVANI, L. C.; LOPES, A. S.; GALBEIRO, R. B. Manejo da irrigação na cultura do feijoeiro em sistemas plantio direto e convencional. **Engenharia Agrícola**, v. 28, p. 12-21, 2008.
- PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. D. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; WAQUIL, J. M. Manejo da cultura do milheto. **Embrapa Milho e Sorgo**-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2003.
- PEREIRA NETO, O. C. et al. Análise do tempo de consolidação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 489-496, 2007.
- PINHEIRO, J. B., PEREIRA, R. B., DE CARVALHO, A. D. F., & RODRIGUES, C. D. S. Manejo de nematoides na cultura do quiabeiro. **Embrapa Hortaliças**-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2013.
- PINHEIRO, J. B.; DE CASTRO, R. A.; RAGASSI, M. C. F. Manejo de nematoides em hortaliças sob plantio direto. **Embrapa Hortaliças**-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2019.
- PURQUERIO, L. F. V.; FACTOR, T. L.; LIMA, J. R. S.; TIVELLI, S. W.; TRANI, P. E.; BREDÁ JÚNIOR, J. M.; ROCHA, M. A. V. Produtividade e qualidade de beterraba cultivada em plantio direto em função do nitrogênio e molibdênio. **Horticultura Brasileira** 27: S366-S372. Suplemento CD-ROM. 2009. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_3/a1865_t2949_comp.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2021.
- RAIJ, B. VAN.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. (Ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade do solo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- RALISCH, R., MIRANDA, T. M., OKUMURA, R. S., BARBOSA, G. M. D. C., GUIMARÃES, M. D. F., SCOPEL, E., & BALBINO, L. C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes

sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 381-384, 2008.

ROCHA, A. Quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) - valores nutricionais e características da planta. 2013. Disponível em: <https://www.portalagropecuário.com.br/agricultura/quiabo-abelmoschus-esculentus-l-moench-valores-nutricionais-e-caracteristicas-da-planta>. **Portal Agropecuário**. Acesso em: 19 out. 2021.

RODRIGUES, J. A. S.; PEREIRA FILHO, I. A. **Embrapa**. Cultivo do milheto. Sete Lagoas, v. 1, p. 1-3, 2010

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, n.4, p.711-720, 2007.

SAAD, A. M.; LIBARDI, P. L. **Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante**. São Paulo: IPT, 1992. 27 p.

SANTOS, G. G.; SILVEIRA, P. M.; MARCHÃO, R. L.; BECQUER, T.; BALBINO, L. C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1, p.115-122, 2008.

SANTOS, F. S.; JUNIOR, L. A. Z.; SECCO, D.; DIAS, P. P.; TOMASSONI, F.; PEREIRA, N. A utilização de plantas de cobertura na recuperação de solos compactados. **Acta Iguazu**, v. 3, n. 3, p. 82-91, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ª Ed. **Revista e Ampliada Embrapa**, Brasília. 2018.

SILVA, P.C.G.; FOLONI, J.S.S.; FABRIS, L.B.; TIRITAN, C.S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, p. 1504-1512, 2009a.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p.22-28, 2009b.

SILVA, V. R.; REICHERT, J.; REINERT, D J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 391-399, 2006.

SIMÃO, G.; ORSINI, I. P.; SUMIDA, C. H.; HOMECHIN, M.; SANTIAGO, D. C.; CIRINO, V. M. Reação de cultivares e linhagens de feijoeiro em relação a *Meloidogyne javanica* e *Fusarium oxysporum* f. sp. phaseoli. **Ciência Rural**, v.40, p. 1003-1008, 2010.

SIMIONI, T. A. et al. Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **Pubvet**, v. 8, p. 1551-1697, 2014.

SOUZA, M.; COMIN, J. J.; LEGUIZAMÓN, E. S.; KURTZ, C.; BRUNETTO, G.; MÜLLER JÚNIOR, V.; VENTURA, B.; CAMARGO, A. P. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. **Ciência Rural**, v. 43, v. 1, p. 21-27, 2013.

TAYLOR, H.M.; ROBERSON, G.M.; PARKER JUNIOR, J.J. Soil strength-root penetration relations for medium- to coarse-textured soil materials. **Soil Science**, v.102, p.18-22, 1966.

TAVARES FILHO, J., & RIBON, A. A. Resistência do solo à penetração em resposta ao número de amostras e tipo de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32, 487-494. 2008.

TAVARES JUNIOR, J. B. et al. Economia de água na produção de quiabo com diferentes coberturas de solo. **Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido**. 2016.

TAVELLA, L. B.; GALVÃO, R. O.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; NEGREIROS, J. R. S. Cultivo orgânico de coentro em plantio direto utilizando cobertura viva e morta adubado com composto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 614 618, 2010.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TIVELLI, S. W.; PURQUERIO, L. F. V.; KANO, C. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2010.