

UFRRJ
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRICULTURA ORGÂNICA

DISSERTAÇÃO

**Avaliação da Produção do Abacaxi Pérola Com e
Sem *Mulching* no Município de Vila Pavão - ES**

Carla Lidiane Oliveira de Souza

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DO ABACAXI PÉROLA COM E SEM
MULCHING NO MUNICÍPIO DE VILA PAVÃO - ES**

CARLA LIDIANE OLIVEIRA DE SOUZA

Sob a Orientação do Professor
Luiz Aurélio Peres Martelleto

Dissertação submetida como
requisito parcial para obtenção do
grau de **Mestra** em Agricultura
Orgânica, no Programa de Pós-
Graduação em Agricultura
Orgânica.

Seropédica, RJ
Agosto de 2024

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001”.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719e Souza, Carla Lidianne Oliveira, 1982-
Avaliação da produção do abacaxi pérola com e sem
mulching no município de Vila Pavão - ES / Carla Lidianne
Oliveira Souza. - Seropédica-RJ, 2024.
34 f.: il.

Orientador: Luiz Aurélio Peres Martelleto.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agricultura
Orgânica, 2024.

1. *Ananas comosus*. 2. Cultivo orgânico. 3. Cobertura
plástica. I. Martelleto, Luiz Aurélio Peres, 1963-,
orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica III.
Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta dissertação, desde que seja citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

CARLA LIDIANE OLIVEIRA DE SOUZA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Programa de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 20/08/2024.

Luiz Aurélio Peres Martelleto
Dr. UFRRJ
(Orientador)

Mariluci Sudo Martelleto
Dra. EMATER-RJ

Alexandre Porto Salmi
Dr. UFRRJ



DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS N° 16031/2024 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)

(N° do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 11/09/2024 04:53)

ALEXANDRE PORTO SALMI
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)
Matricula: ####709#J

(Assinado digitalmente em 11/09/2024 09:34)

LUIZ AURELIO PERES MARTELLETO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptFITO (12.28.01.00.00.00.32)
Matricula: ####630#3

(Assinado digitalmente em 11/09/2024 08:50)

MARILUCI SUDO MARTELLETO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.577-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/documentos/> informando seu número: **16031**, ano: **2024**,
tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **10/09/2024** e o código de verificação: **921b89347e**

DEDICATÓRIAS

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuem para minha caminhada, me incentivando e apoiando em todos os momentos dessa jornada, em busca do conhecimento.

Ao Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Vila Pavão, que disponibilizou sua área de produção para realização desse projeto.

E a todos estudantes, que de forma direta auxiliaram nessa jornada

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tem me sustentado e guiando por todos os momentos da minha vida, pois sem Ele, nada seria.

À minha família, em especial a minha irmã Ana Paula Oliveira de Souza Ferreira e amigas Taysnara Rodrigues Hastenreiter de Souza e Solange Ramlow Martins, que foram grandes incentivadoras e apoiadoras, mesmo quando já não acreditava mais ser possível.

À minha terapeuta Andreia de Souza Coelho, que caminha junto comigo, nessa longa jornada que é a vida.

Ao meu orientador Luiz Aurélio Peres Martelleto, que me conduziu até aqui, apoiando e incentivando.

Aos professores, funcionários e colaboradores do Programa de Pós Graduação em Agricultura Orgânica.

À gestão, colegas de trabalho, estudantes do Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Vila Pavão, que fizeram parte dessa caminhada.

Meu muito obrigada a todos!

BIOGRAFIA

A autora, nascida em fevereiro de 1982, na cidade de Paracambi, região metropolitana do Rio de Janeiro. Criada na cidade de Seropédica, onde realizei meus estudos. Entrei na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro no de 2005, no curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas. Concluindo-o em janeiro de 2010. Após finalizar a graduação, no ano supracitado, me mudei para cidade de Vila Pavão, Região Noroeste do Estado do Espírito Santo, para trabalhar no Centro Estadual de Educação Rural de Vila Pavão, ministrando aulas no curso técnico em agropecuária, onde também fui coordenadora e professora do curso técnico subsequente em Meio Ambiente, este último por um ano e meio. Há onze anos leciono a disciplina de Agricultura II – Fruticultura para as turmas do 6º ao 9º anos do Ensino Fundamental, onde sou responsável pela Unidade de Demonstração, Experimentos de Práticas/Produção de Frutas. No ano de 2011, fiz especialização em Educação Ambiental pela Faculdade da Serra. E em 2013, fiz outra especialização em Educação do Campo pela Faculdade Vale do Cricaré. Em 2022, ingressei no Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

RESUMO

SOUZA, Carla Lidianne Oliveira. **Avaliação da produção do abacaxi pérola com e sem *mulching* no município de Vila Pavão - ES.** 2024. 21p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, com cerca de 45 milhões de toneladas anuais, sendo a maioria destinada ao mercado interno. Entre as culturas nativas, destaca-se o abacaxizeiro (*Ananas comosus*), que possui grande potencial econômico, especialmente no estado do Espírito Santo. Destarte, o objetivo deste estudo consistiu em analisar a viabilidade econômica do cultivo orgânico do abacaxi pérola com o uso de *mulching* plástico. O experimento foi realizado no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Vila Pavão – ES, em uma área de 270 m², onde se compararam abacaxizeiros cultivados com e sem *mulching*. O delineamento experimental consistiu em faixas contínuas com dez plantas em cada faixa. O *mulching* utilizado foi uma lona dupla face, e ambos os grupos receberam tratamento com biofertilizante aeróbico, preparado com insumos locais. Os resultados mostraram que o uso de *mulching* no cultivo do abacaxi pérola promove um desempenho superior das plantas em relação ao cultivo sem proteção plástica. A adoção do *mulching* é benéfica para o manejo eficiente dos recursos agrícolas, atendendo às necessidades dos agricultores e aumentando a rentabilidade da produção de abacaxi orgânico. Este estudo também ressalta o potencial do noroeste do Espírito Santo para a produção de abacaxi, ampliando as opções para os pequenos produtores e promovendo o desenvolvimento econômico e social da região.

Palavras-chave: *Ananas comosus*. Cultivo orgânico. Cobertura plástica.

ABSTRACT

SOUZA, Carla Lidianne Oliveira. **Avaliation of pineapple production with and without mulching in the municipality of Vila Pavão - ES.** 2024. 21p. Dissertation (Professional Masters in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

Brazil is the third largest fruit producer in the world, with around 45 million tons annually, the majority of which is destined for the domestic market. Among native crops, the pineapple (*Ananas comosus*) stands out, which has great economic potential, especially in the state of Espírito Santo. Therefore, the objective of this study was to analyze the economic viability of organic cultivation of pearl pineapple using plastic mulching. The experiment was carried out at the Integrated State Center for Rural Education in Vila Pavão – ES, in an area of 270 m², where pineapples grown with and without mulching were compared. The experimental design consisted of continuous strips with ten plants in each strip. The mulching used was a double-sided canvas, and both groups received treatment with aerobic biofertilizer, prepared with local inputs. The results showed that the use of mulching in the cultivation of pearl pineapple is economically viable and promotes superior plant performance compared to cultivation without plastic protection. In addition to improving fruit yield and quality, mulching contributes to suppressing weeds and conserving soil moisture. The adoption of mulching is beneficial for the sustainable and efficient management of agricultural resources, meeting the needs of farmers and increasing the profitability of organic pineapple production. This study also highlights the potential of the northwest of Espírito Santo for pineapple production, expanding options for small producers and promoting the economic and social development of the region.

Keywords: *Ananas comosus*. Organic cultivation. Plastic cover.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos de implantação do experimento	17
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Retirada dos restos culturais (A); Preparo do solo (B) e coleta de solo para análise química (C).....	8
Figura 2. Preparo das faixas de cultivo (A) e colocação do plástico (B), com o apoio dos alunos do	9
Figura 3. Preparação do sistema de irrigação através de fitas gotejadoras.	9
Figura 4. Canteiros com e sem <i>mulching</i> (A) e área plantada (B).	10
Figura 5. Croqui do experimento.....	10
Figura 6. Vista do canteiro com <i>mulching</i>	11
Figura 7. Índice pluviométrico de Vila Pavão-ES.....	12
Figura 8. Pesagem da folha D (A) e aferição do comprimento da folha (B).....	13
Figura 9. Abacaxizeiro em início de floração	13
Figura 10. Fruta com exsudação (A) e fruta com lesão ocasionada pela broca (B).	14
Figura 11. Ensacamento dos frutos.	14
Figura 12. Temperaturas no mês de outubro de 2023.	15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Vila Pavão e Suas Características Agropecuárias	3
2.2 A Cultura do Abacaxizeiro (<i>Ananas comosus</i>).....	3
2.3 A Técnica do <i>Mulching</i>	4
2.4 Biofertilizantes.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Área de Estudo.....	7
3.2 A Preparo da Área	7
3.3 Colheita e Seleção das Mudas	10
3.4 Plantio	10
3.5 Delineamento Experimental	11
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
5 CONCLUSÕES.....	18
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro país maior produtor de frutas, com cerca de 45 milhões de toneladas ao ano. A maior parte dessa produção é voltada para o mercado interno – somente 2,5% é exportada (Embrapa, 2021). Dentro desse contexto temos algumas culturas que são nativas do país e ainda assim não são exploradas de forma que possa aumentar o mercado consumidor, uma dessas culturas temos o abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill) que é uma planta tropical, possui por atributos botânicos pertencer a família *Bromeliaceae*, monocotiledônea, herbácea perene, tem por característica edáfica a se desenvolver melhor em solos de textura média a arenosa, pois suas raízes são fasciculadas, tolera solos ácidos pois o pH para produção varia de 4,5 a 5,5.

Segundo o IBGE (2023), a área cultivada com abacaxi no Brasil foi superior a 63 mil hectares, com produtividade média acima de 24 mil frutas por hectare. Pode-se destacar também que essa cultura é de grande valia pois, é uma opção para o pequeno produtor manter-se em sua propriedade, o possibilitando entrar no mercado e obter mais uma oportunidade de renda e manter o mercado interno abastecido.

Essa frutífera tem grande importância no estado do Espírito Santo, destacando-se economicamente e socialmente, mas infelizmente sua produção e rendimentos são baixos. Pode-se dizer que 97% da produção capixaba está concentrada no Litoral Sul, predominando o plantio da cv. Pérola, que é susceptível à fusariose, principal doença que limita a produção no Brasil. Segundo estudos de zoneamento climático, praticamente todo o estado possui condições climáticas ideais para o cultivo do abacaxi realizado pela Secretaria de Estado da Agricultura, Aquicultura, Abastecimento e Pesca (SEAG) e do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper).

Nesse sentido, foi desenvolvido uma pesquisa no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Vila Pavão – ES, de plantio da cultivar pérola (*Ananas comosus*), utilizando *mulching*, que nada mais é uma lona plástica que cobre o solo, mantendo a umidade e bloqueando o desenvolvimento de ervas espontâneas, reduzindo assim o uso de herbicida na produção da fruta, além disso, será utilizado um biofertilizante aeróbico, que associado a plasticultura (*mulching*) pode-se reduzir o tempo de produção do abacaxizeiro.

O intuito dessa pesquisa foi demonstrar que se pode produzir abacaxi de forma orgânica, respeitando o meio ambiente, aproveitando o que há na propriedade para implantar a cultura, pois, com o uso do biofertilizante há um proveito dos adubos naturais produzidos no local, fazendo com que nada se perca, tudo se transforme e gere alimento de qualidade e sanidade aos consumidores.

Também desejou-se demonstrar que o noroeste do Estado do Espírito Santo, tem aptidão para a produção do abacaxizeiro, ampliando as opções para o produtor, que tem por foco a produção de café Conilon, pimenta do reino e leite etc. Nessa região a produção de abacaxi é apenas uma atividade esporádica e complementar da alimentação.

Sendo assim, é importante ter uma unidade demonstrativa de produção de abacaxi de forma orgânica, ampliando os horizontes de polo de produção da cultura e expandindo cada vez mais a produção de frutas, especialmente no município de Vila Pavão - ES, que vem investindo nesse ramo desde 2016. Como na abacaxicultura o consumo de água é menor em relação a um cultivo de hortaliças, por exemplo, cabe ressaltar que, o referido município passou por um grande momento de crise hídrica, que afetou severamente a produção agropecuária. Destaca-se também como uma forma de ampliar o horizonte do produtor, aumentando a renda do município e fazê-lo referência junto aos municípios de Boa Esperança e Sooretama que também fazem

parte do Noroeste do Estado, os quais, fortuitamente, tem investido nesta linha de pesquisa, por meio do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa e Extensão Rural).

Assim, o objetivo principal do presente trabalho consistiu em analisar a viabilidade do uso de *mulching* na produção de abacaxi pérola (*Ananas comosus*) orgânico em Vila Pavão - ES.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Vila Pavão e Suas Características Agropecuárias

Vila Pavão está localizado a latitude Sul de 18° 36' 54' e uma longitude Oeste de Greenwich 40° 36' 39', possuindo área de 435km², equivalente a 0,94% do território do Estado do Espírito Santo (Santos, 2019). Faz divisa com municípios de Nova Venécia ao sul e sudoeste, Barra de São Francisco a oeste, Ecoporanga ao norte e Mucurici a leste, ficando a 286 Km da capital, Vitória.

O município tem cerca de 10.000 habitantes (IBGE, 2023), dos quais 78% residem na zona rural, em destaque para a agricultura familiar, os produtores possuem pequenas propriedades de terra, não ultrapassando quatro módulos fiscais, onde plantam vários produtos agrícolas como feijão, milho, hortaliças, café e pimenta do reino (sendo esses dois últimos o mais expressivos), além de possuírem pequenas criações de aves, suínos e bovinos; utilizam mão de obra familiar e grande parte desta produção é destinada para o próprio sustento enquanto outra parte vai para venda na pequena feira da cidade que acontece aos sábados pela manhã.

O município de Vila Pavão foi emancipado de Nova Venécia no dia 01 de julho de 1990 (dia do plebiscito, também considerado o “Dia da Cidade”). O município foi colonizado na década de 1920 por caboclos que fugiam da seca do sertão, madeireiros e depois de 1940, quando chegaram algumas famílias de descendência afro, italianas e a maioria pomerana. O nome “Vila Pavão” foi colocado por tropeiros que pernoitavam na única casa do “pavão” existente na encruzilhada onde hoje fica o centro da cidade, que tinha em sua varanda o desenho dessa ave. (Incaper, 2011).

Segundo o Incaper (2020), a cafeicultura é a principal atividade agrícola do município. A atividade cafeeira é conduzida prioritariamente por produtores de base familiar, tendo como tamanho médio das lavouras em torno de 6,0 hectares. Quanto à comercialização, ela é realizada por meio de intermediários locais e regionais, e cooperativas da região. O setor Primário engloba as atividades agrícolas, pecuária, pesca e extrativa vegetal.

No Espírito Santo, a agropecuária apresentou a melhor distribuição da produção entre os municípios comparativamente às demais atividades, com os seus representantes de maior expressão nas regiões Nordeste (18,64%), Central Serrana (14,76%) e Rio Doce (13,76%). Apenas cinco dos 78 municípios capixabas tiveram o setor Primário como principal fonte de riqueza no ano de 2012 (Brejetuba, Itaguaçu, Santa Maria de Jetibá, Vila Pavão e Vila Valério). Com base nos dados das pesquisas do setor Primário do IBGE, em 2012, os principais produtos por ordem de importância foram o café, que possui o maior peso do setor Primário capixaba, representando 44,8%, seguido por bovinos (6,1%), silvicultura (6,1%), aves (6,0%), ovos de galinha (5,6%), leite (5,1%) e mamão (4,1%).

2.2 A Cultura do Abacaxizeiro (*Ananas comosus*)

A abacaxicultura no Brasil é uma das maiores fontes econômicas para o agricultor, colocando muitas famílias inseridas na cadeia produtiva. Esta contribui significativamente no fomento da economia das regiões produtoras desta fruta. É explorada comercialmente, em todas as Unidades da Federação; o que coloca o Brasil como o quarto maior produtor mundial desta fruta, com cerca de 2,3 milhões de toneladas produzidas (IBGE, 2023).

O abacaxi é a quinta fruta mais produzida no Brasil, contribuindo com aproximadamente R\$ 2,22 bilhões para o PIB agrícola. A produção é absorvida quase em sua totalidade pelo mercado interno (Embrapa, 2024). Como supracitado a cultura é explorada comercialmente em todos os estados brasileiros, demonstrando adaptar-se em diversas regiões do país, mesmo com as variações climáticas e diferentes solos brasileiros.

No entanto, as condições climáticas que melhor atende às necessidades para o bom desenvolvimento do abacaxizeiro são temperatura entre 22° e 32 °C, precipitação pluviométrica superior 1200 a 1500 mm, bem distribuída durante o ano e a insolação anual ideal deve ser de 2500 a 3000 horas luz (Embrapa, 2006).

No que se refere ao solo ideal para o cultivo do abacaxizeiro, são recomendados os solos de textura média, com mais de 15% de areia e argila entre 15 e 35%, com boa drenagem e pH entre 4,5 e 5,5 (Reinhardt; Souza; Cabral, 2000). Sobre o consumo do abacaxi, Oliveira (2018) diz que o abacaxi é a quinta fruta mais consumida pela população brasileira, que tem a banana como principal fruta da dieta alimentar, mas apenas 40% da população tem o hábito de comer frutas diariamente. Apesar que na atualidade há uma busca por uma alimentação saudável e ricas em nutrientes, vitaminas e sais minerais, adicionando assim o abacaxi a mesa dos brasileiros ainda que de forma tímida, mas com grande potencial de aumento.

No Estado do Espírito Santo o abacaxi tem uma grande importância social e econômica, mesmo que maior parte de sua produção, cerca de 97% estejam localizadas no Litoral Sul do Estado e sua produção e rendimentos são baixos. São cerca de 4.640 hectares dedicados ao cultivo de abacaxi, com uma produção anual de aproximadamente 41.261 toneladas (dados de 2015). A maior parte dessa produção está concentrada nos municípios de Marataízes, Itapemirim e Presidente Kennedy. Cabe destacar que há um movimento, nos últimos anos, de expansão dessa cultura para a região norte do estado. A cultura do abacaxizeiro no estado é responsável por cerca de 9.000 empregos, com forte participação da agricultura familiar (Incapar, 2024).

As cultivares de abacaxi mais cultivadas no Brasil são a ‘Pérola’ e a ‘Smooth Cayenne’. Estas representam 95% da área cultivada, mas são altamente suscetíveis à fusariose, uma doença que pode causar perdas de até 40% da colheita, levando alguns produtores a abandonar suas plantações. Para mitigar esses danos, o Incaper lançou a cultivar “Vitória”, resistente à fusariose, e tem incentivado seu plantio, especialmente em municípios do norte, como Jaguaré, São Mateus e Vila Pavão, que possuem condições favoráveis para a expansão da produção (Incapar, 2024).

A cultivar mais utilizada na região Litorânea Sul, é a cultivar ‘Pérola’, que pode ser conhecida como “Branco de Pernambuco” ou ‘Pernambuco’, tem por características, porte ereto, altura (do nível do solo a base do fruto) entre 50 a 70 cm, suas folhas são longas e margeadas por espinhos uniformemente distribuídos, dificultando ao fruticultor realizar os manejos e tratamentos culturais em suas lavouras. Tem elevada produção de mudas filhotes (se formam nas gemas axilares das folhas modificadas do pedúnculo, situado abaixo do fruto em desenvolvimento) e poucas mudas tipo rebentão, os frutos são ligeiramente cônicos, pesa em torno de 1kg a 2,5kg, possui coroa grande, casca amarelada, a polpa dos frutos, embora tenha tonalidade esbranquiçada e com acidez moderada, é rica em açúcares, sendo comercializada como fruta fresca ou “*in natura*”. É suscetível a fusariose (*Fusarium guttiforme*) mas tolera a murcha associada a cochonilha *Dysmicoccus brevipes*. (Embrapa, 2009).

2.3 A Técnica do *Mulching*

O *mulching*, nada mais é que uma técnica alternativa de cobertura do solo através de um material, sendo o material de polietileno bastante utilizado, mas pode-se usar também cobertura

morta, que servirão para diminuir a perda de água do solo por evaporação, controle de plantas espontâneas que possam competir com a cultura de interesse, reduzindo automaticamente o gasto com mão de obra com capina, ou aplicação de herbicidas.

Em algumas regiões do país já utilizam esta técnica na produção de abacaxi, sendo uso deste na produção da cv. Pérola, pode ser uma opção a ser implementada para avaliar os resultados, com podem ser vistos em alguns outros cultivos.

Silva (2020) afirma que o uso do *mulching* de polietileno é uma alternativa para minimizar a ocorrência de plantas indesejáveis, sendo que para algumas culturas, tais como abacaxi, meloeiro e morangueiro, a utilização desta tecnologia já está consolidada. Esse método reduz o custo com manejo de plantas espontâneas, além de promover a melhoria da qualidade dos frutos colhidos. Além disso, o *mulching* de polietileno contribui para a conservação da umidade do solo e a manutenção de temperaturas ideais, proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento das culturas.

Referindo-se a abacaxicultura, Santos (2021), coloca que o uso do *mulching* plástico requer um investimento inicial maior que um cultivo sem *mulching*. Todavia, utilizando um filme plástico de boa qualidade, é possível realizar mais de um cultivo com o mesmo material. Este traz para o cultivo, como vantagens, o aumento na produtividade, redução do número de capinas e dos problemas fitossanitários, pode superar o maior investimento, constituindo-se em algo vantajoso para o produtor.

Atualmente, um dos maiores entraves na utilização do *mulching* plástico é a falta de informações para o agricultor sobre a referida técnica. Portanto, estudos dessa natureza são importantes para diversificar as opções de manejo das culturas, visando o uso eficiente de recursos como água e solo (Silva *et al.* 2021). Além disso, a ausência de treinamentos específicos e a dificuldade de acesso a materiais educativos dificultam ainda mais a adoção dessa prática. A disseminação de conhecimento e a capacitação dos agricultores são fundamentais para superar esses desafios e maximizar os benefícios do *mulching* plástico, como a conservação da umidade do solo, a redução da erosão e o controle de ervas daninhas.

A cobertura plástica é amplamente utilizada para controle de ervas daninhas, regulação de temperatura, prevenção de erosão do solo, manejo de doenças e melhoria da estrutura do solo, melhorando, em última análise, a qualidade e o rendimento das colheitas (Dewi *et al.*, 2024). Na cultura do abacaxi a cobertura plástica oferece inúmeros benefícios, como a capacidade de suprimir o crescimento de plantas invasoras, conservar a umidade do solo, promover a floração precoce, aumentar o crescimento vegetativo, rendimento e a renda do agricultor (Tajudeen *et al.*, 2020; Shukla *et al.*, 2022).

Pesquisas indicam que a cobertura plástica em folhas de polietileno influencia positivamente o crescimento e o rendimento de variedades de abacaxi, levando a maiores pesos de frutas e melhor qualidade das frutas (Tachie-Menson; Sarkodie-Addo; Carlson, 2015; Shukla *et al.*, 2022). Silva *et al.* (2024) constataram que *mulching* plástico associado com tela de sombreamento vermelha de 50% apresentou-se mais favorável ao desenvolvimento vegetativo e produtividade das plantas de abacaxizeiro 'IAC Fantático'. Coelho *et al.* (2024) buscaram testar estratégias para aumentar a eficiência hídrica e, consequentemente, a produtividade do abacaxi BRS Imperial, os autores constataram que cobertura do solo com plástico contribuiu significativamente para diminuir a evapotranspiração e o coeficiente médio de cultivo.

Santos (2021) buscou analisar o desenvolvimento do abacaxi cultivar 'Turiaçu' sob aplicação de biofertilizante aeróbio em comparação com a fertilização com produtos de síntese química solúvel, em lavouras com presença e ausência de *mulching* plástica mais serapilheira. O tratamento com *mulching* plástico resultou em peso médio de frutos de 1 kg e a média geral dos tratamentos foi de 0,86 kg, sendo semelhante à média dos frutos sem *mulching* deste trabalho.

Oliveira *et al.* (2021) verificaram que o abacaxi Pérola não apresentou resposta do uso de *mulching* no desenvolvimento das plantas e na qualidade dos frutos, podendo ser cultivada com ou sem *mulching* e com manejo químico ou manual das plantas espontâneas, mostrando a sua maior rusticidade em comparação com a cv. Vitória. Contudo, diferente dos resultados dos autores supramencionados, fica evidente nesta pesquisa que o uso da cobertura plástica promoveu maior crescimento das plantas e produção de frutos de maior peso, haja vista que não houve matocompetição e disputa do abacaxi junto às plantas espontâneas por água, luz, espaço e nutrientes.

2.4 Biofertilizantes

Os biofertilizantes são amplamente utilizados na agricultura orgânica. Segundo o Decreto nº 4.954/04 (Brasil, 2004), um biofertilizante é definido como um produto que contém um princípio ativo ou agente orgânico isento de substâncias tóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, em toda ou parte das plantas cultivadas, aumentando sua produtividade sem considerar seu valor hormonal ou estimulante. Por ser um produto rico em organismos e nutrientes (macro e micro), ele não apenas promove o desenvolvimento e a produtividade das plantas, mas também melhora a qualidade do solo, tornando-o fértil. Isso contrasta com os adubos sintéticos, que atuam exclusivamente na nutrição da cultura de interesse.

Entre as vantagens do uso de fertilizantes orgânicos líquidos estão: a facilidade na absorção dos nutrientes pelas raízes, a produção de alimentos mais saudáveis com menor impacto ambiental, o enriquecimento das plantas que resulta em maior resistência a pragas e doenças, e o menor custo em comparação aos fertilizantes químicos (Embrapa, 2015).

Souza e Alcântara (2008) definem biofertilizante como um material líquido resultante da fermentação de esterco, com ou sem a adição de outros resíduos orgânicos e nutrientes, em água. Eles explicam que esse processo de fermentação pode ser aeróbio ou anaeróbio, e que a aplicação do biofertilizante pode ser feita via foliar, diluído em água na proporção de 2 a 5%, ou diretamente no solo por meio de gotejamento. Fontenelle *et al.* (2015) corroboram essa definição, afirmando que os biofertilizantes são compostos biologicamente ativos provenientes da fermentação de compostos orgânicos por microrganismos. Esses compostos são ricos em enzimas, antibióticos, vitaminas, hormônios e contêm inóculos de microrganismos do solo (Santos, 2019).

Em suma, o uso do biofertilizante pode promover o aumento da diversidade bacteriana do solo e a abundância de taxas benéficas, como as do filo Bacteroidetes, Actinobactéria e Proteobactéria (Pb). Há experimento que demonstrou alívio significativo da disponibilidade de Pb, em um cultivo de trigo plantado em solo contaminado por Pb (Wang *et al.*, 2019).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O experimento foi instalado em setembro de 2022, na Unidade de Demonstração, Experimentação e Produção (Udep) Fruticultura (Latitude: 18°48'55''S, Longitude: 40°16'44''O) localizado no Centro Estadual Integrado de Educação Rural de Vila Pavão – Córrego São Roque do Estevão – Zona Rural, Vila Pavão – ES. A área delimitada para o experimento tem 7,5 m de largura e 36m de comprimento gerando uma área total de 270 m², a mesma cercada por tela, para evitar a entrada do gado da escola, foram usados 87 metros de tela e 27 mourões de sabiá, também conhecida como sansão do campo (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), que tem em abundância na propriedade, reduzindo o custo com a compra de mourões.

3.2 A Preparo da Área

A área escolhida, era anteriormente utilizada para cultivo de plantas medicinais intercaladas por coqueiros. A mesma foi limpa, através de mutirões realizados pelas turmas do ensino fundamental e supervisionado pelos professores de agriculturas I, II, III, economia doméstica e zootecnia. Em um primeiro momento foram retirados os restos vegetais das culturas anteriores (Figura 1-A), depois feito uma capina e por último foi passado o tratorito para revolver o solo (Figura 1-B). Após o preparo do solo, feita a coleta de amostras para análise química (Figura 1-C).



Figura 1. Retirada dos restos culturais (A); Preparo do solo (B) e coleta de solo para análise química (C).

O solo apresentou as seguintes características: $\text{pH} = 5,89$; $\text{Al}^{3+} = 0 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 1,84 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{2+} = 0,58 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{H+Al}^{3+} = 2,08 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $\text{K} = 89 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{P} = 26 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{S-SO}_4 = 1,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{B} = 0,14 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Cu} = 0,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Fe} = 73,3 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Mn} = 31,4 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Zn} = 5,3 \text{ mg dm}^{-3}$; matéria orgânica = $1,70 \text{ dag kg}^{-1}$; $\text{P-rem} = 47,3 \text{ mg L}^{-1}$.

Os canteiros ou faixas de cultivo foram preparados pelos estudantes em forma de mutirão. Foram construídos seis, todos com as seguintes dimensões $0,9 \text{ m} \times 16,30 \text{ m}$, sendo o espaçamento entre plantas de fileiras duplas de $0,30 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$ (Figuras 2-A e 2-B).



Figura 2. Preparo das faixas de cultivo (A) e colocação do plástico (B), com o apoio dos alunos do Ensino Fundamental

O sistema de irrigação utilizado foi via gotejamento, aproveitando os materiais disponíveis na instituição (Figura 3).



Figura 3. Preparação do sistema de irrigação através de fitas gotejadoras.

3.3 Colheita e Seleção das Mudas

As mudas utilizadas foram de abacaxi cv. 'Pérola' dos tipos: filhote e filhote-rebentão. Estas foram doadas por um produtor do Município de Sooretama, parceiro do Incaper. As mudas passaram por um prévio tratamento com a cal virgem. Logo após o recebimento das mudas, foram realizadas a seleção e separação, utilizando as com as características de uma planta sadia, tamanho e peso

3.4 Plantio

O plantio foi realizado nos dias 27 e 28 de setembro de 2022, em dois canteiros com e dois sem *mulching* plástico (Figura 4). Na figura 5, ilustra-se o croqui do experimento.



Figura 4. Canteiros com e sem *mulching* (A) e área plantada (B).

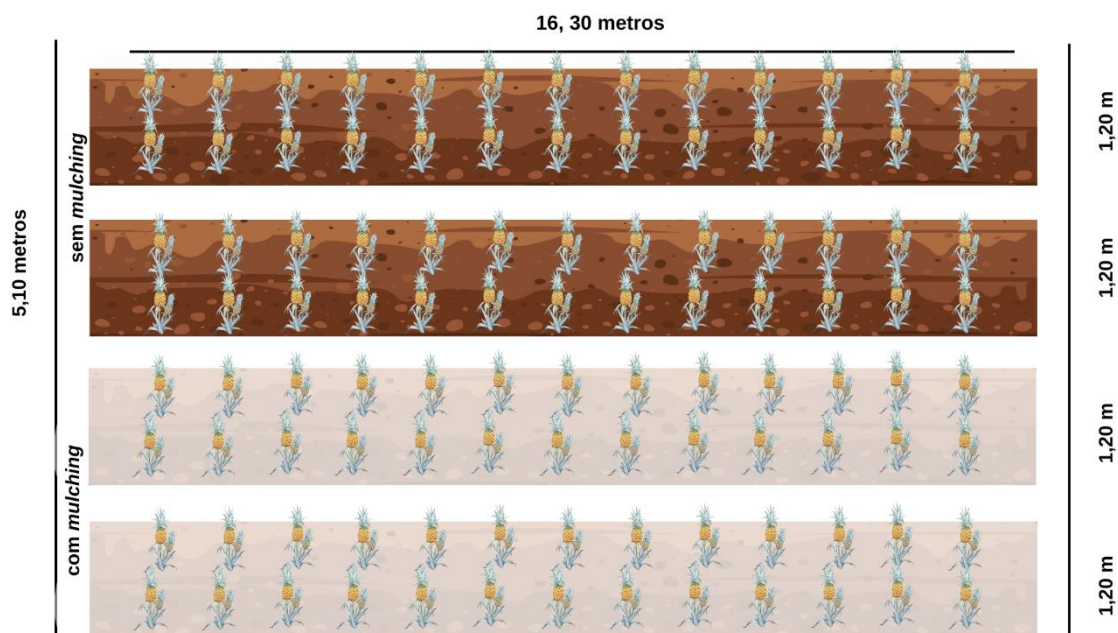


Figura 5. Croqui do experimento.

3.5 Delineamento Experimental

O delineamento experimental adotado foi o de Blocos ao Acaso, tendo dois tratamentos, com e sem *mulching*, com dez repetições. O plástico utilizado, foi uma lona dupla face, uma face preta e outra branca de 180 micras, foi cortada em tamanhos de 1,50m de largura e 18 m de comprimento para que perpassasse todo o canteiro.

Para avaliação dos tratamentos, fizeram-se: seis medidas da evolução das folhas 'D', a maior folha em cada momento da planta, nas datas: 28/11/22, 19/01/23, 28/03/23, 20/05/23, 07/07/23 e 15/09/23; três medidas durante o crescimento dos frutos, nas datas 10/08/23, 12/09/23 e 25/10/23, e por fim, pesou-se a massa fresca das frutas no ponto de colheita, prontas para consumo.

A Figura 6 ilustra o nível de crescimento dos abacaxizeiros aos 120 dias após plantio, quando do uso do plástico.



Figura 6. Vista do canteiro com *mulching*

As plantas receberam, quinzenalmente, tratamento com biofertilizante aeróbico. Este foi preparado aproveitando os insumos da propriedade, tais: 8,5 kg de cama de aviário; 4,0 kg de esterco bovino; 4,5 kg de farelo de algodão; 3,5 kg de leite de vaca; 6 kg de cinza de madeira. Em um galão de 100 litros foram adicionados os materiais supracitados, adicionando avolumando com água. Toda semana o produto era misturado, ficando pronto em 60 dias. Foi colocado 100 mL do produto nas axilas das folhas basais com a adição de 6 g cinza a cada duas semanas.

O biofertilizante teve maior atuação a partir de janeiro de 2023, onde o índice pluviométrico reduziu (Figura7). No total, ocorreram 18 aplicações realizadas até os 270 dias após o transplante.

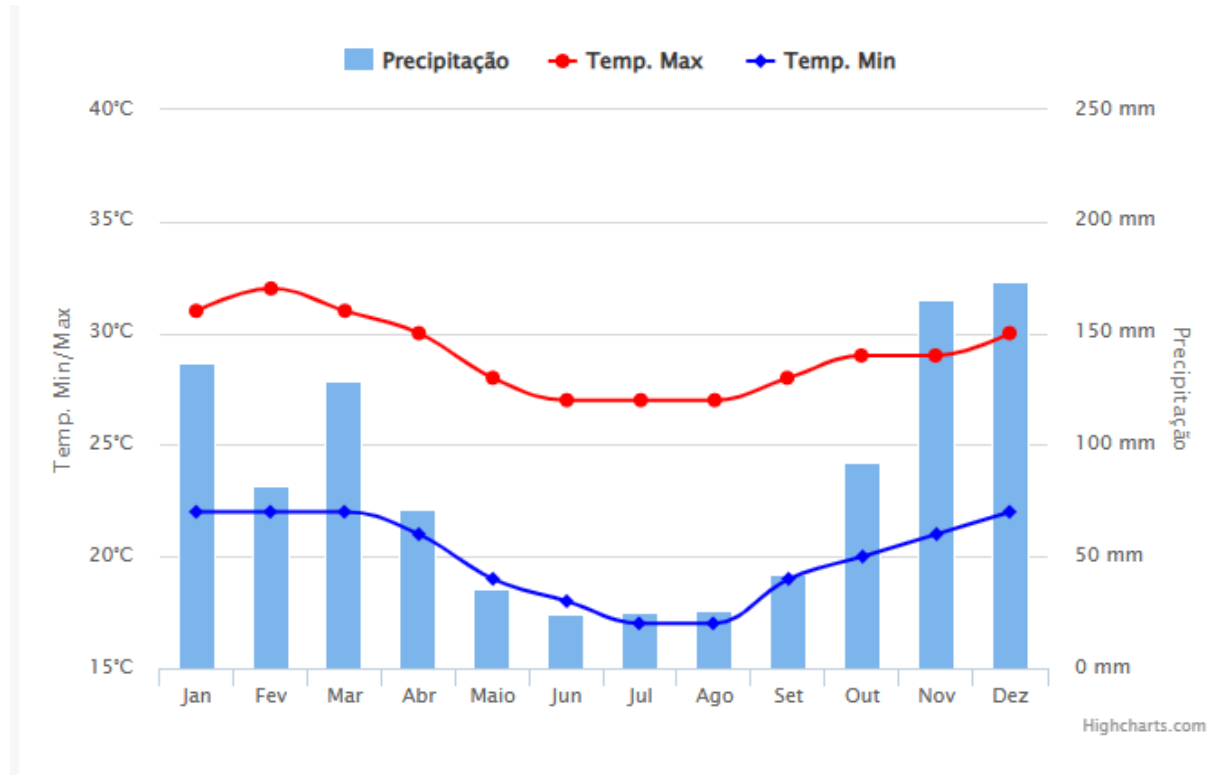


Figura 7. Índice pluviométrico de Vila Pavão-ES

Para avaliar o momento da indução, houve mensuração das plantas, como a pesagem e medição da folha “D”, onde foi observado peso da massa fresca e comprimento da folha (Figuras: 9A e B).



(A)



(B)

Figura 8. Pesagem da folha D (A) e aferição do comprimento da folha (B).

A floração natural dos abacaxizeiros teve início aos 298 dias após o transplante (Figura 10).



Figura 9. Abacaxizeiro em início de floração

Após 29 dias da floração, foram diagnosticados nas frutas ataque da broca-do-fruto (*Strymon megarus*) (Figuras: 11A e B). Como foi detectado inicialmente, o controle utilizado, foi o óleo de Nim, tendo aplicação semanal de 120 mL de produto em 6L de água. A mesma aconteceu no período de final de tarde, período mais fresco, utilizando um pulverizador manual. A ação repetiu-se por um mês.

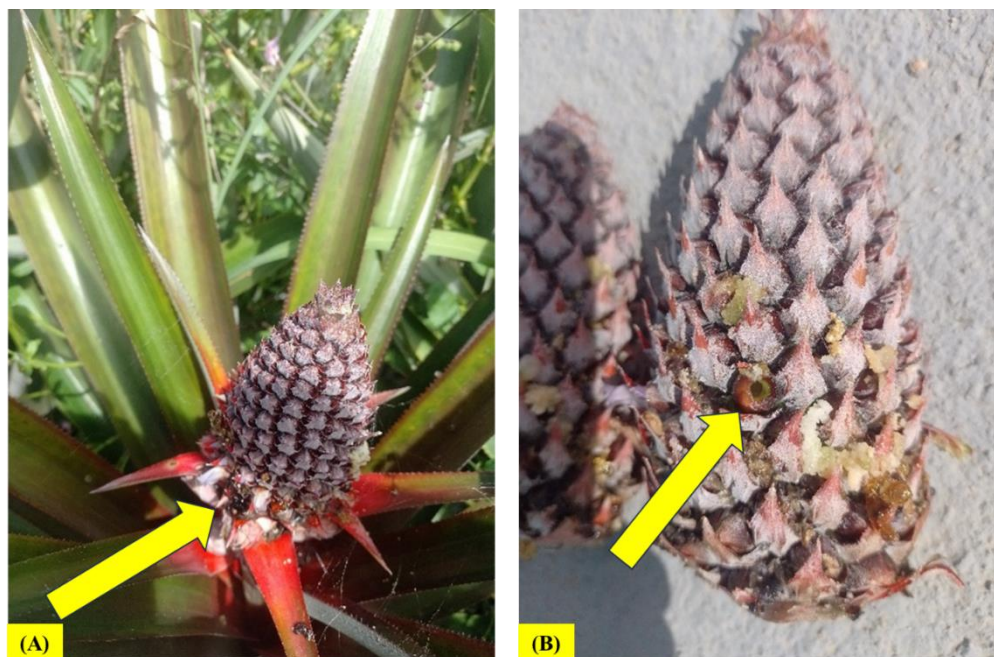


Figura 10. Fruta com exsudação (A) e fruta com lesão ocasionada pela broca (B).

Dada a elevada insolação associada com as altas temperaturas, no período de outubro a dezembro de 2023, houve a necessidade de ensacamento das frutas (Figura 11), visando evitar a queima e em consequência suas perdas.



Figura 11. Ensacamento dos frutos.

Abaixo segue o demonstrativo de temperaturas elevadas em outubro de 2023 (Figura 12).

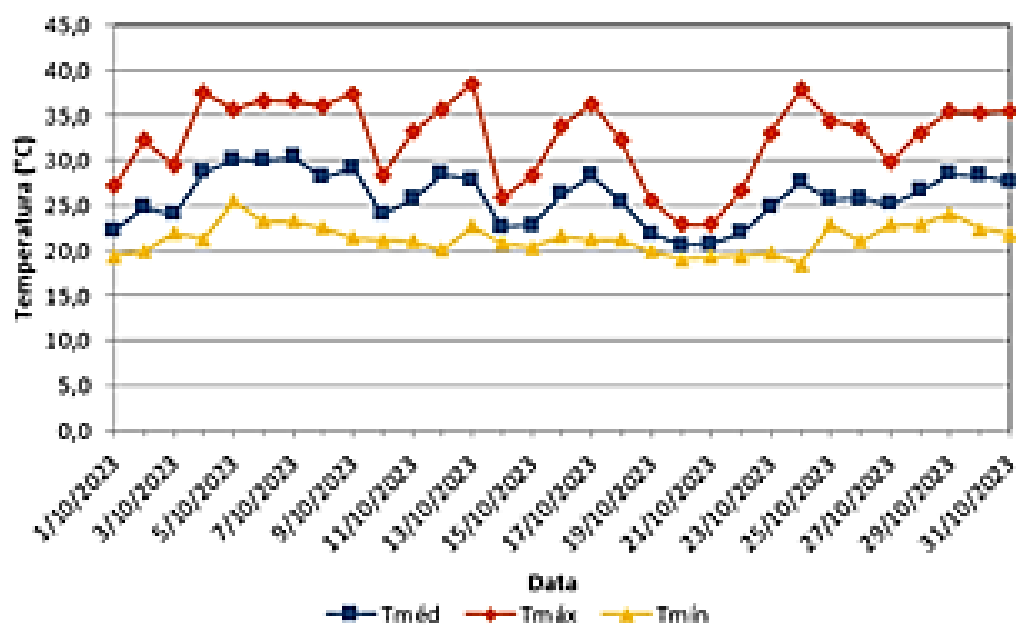


Figura 12. Temperaturas no mês de outubro de 2023.

Fonte: Boletim Agrometeorológico 2023 – AGROMET,2023.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento dos abacaxizeiros foi influenciado significativamente pelos tratamentos. Assim, o *mulching* plástico promoveu médias superiores em relação ao cultivo sem proteção plástica, cujas diferenças na sexta aferição da folha D superaram em 13% o tamanho em relação às folhas do tratamento sem cobertura (Figura 14-A); promoveu aumento em relação ao comprimento das frutas, a medição final revelou tamanho médio 23% maior em relação aos frutos originários de abacaxizeiros sem *mulching* (Figura 14-B); e, por fim, a massa dos frutos também foi afetado positivamente pela cobertura plástica, o qual foi 76% maior em relação ao tratamento sem cobertura (Figura 14-C).

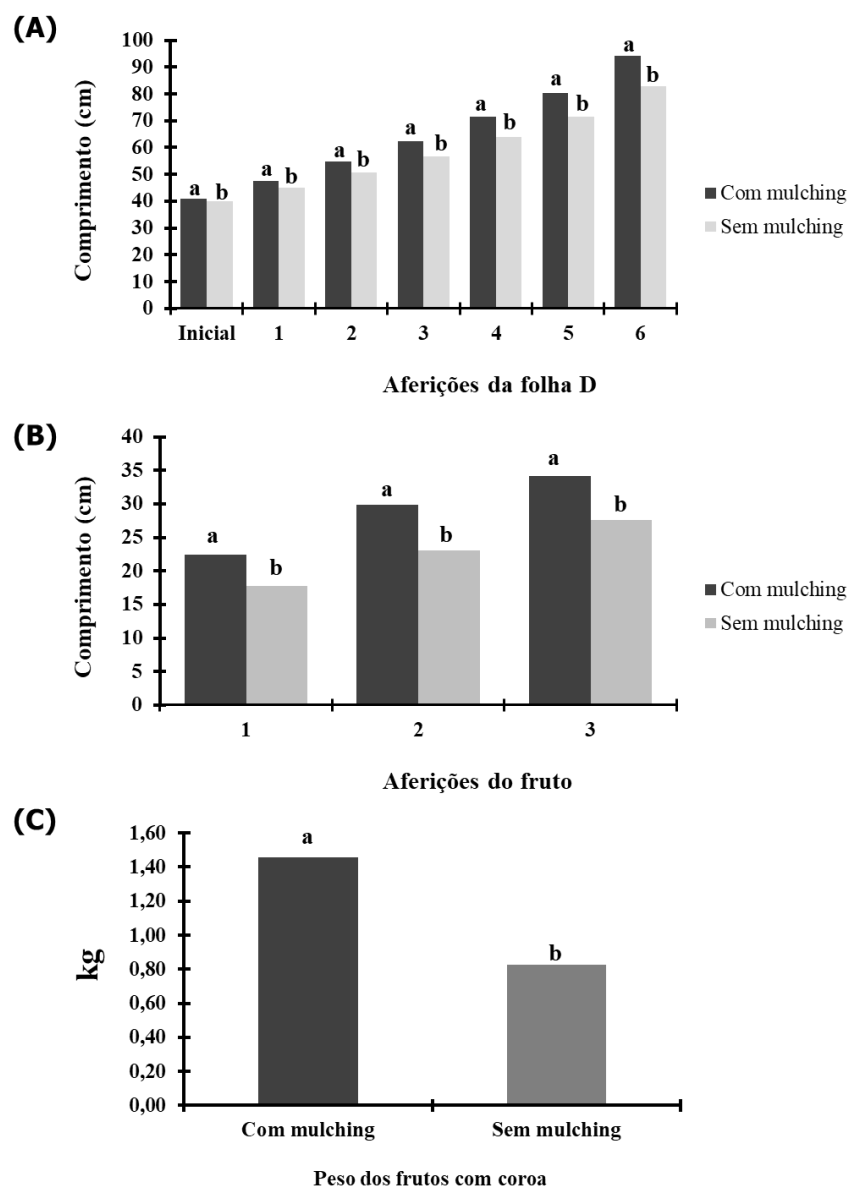


Figura 14. Valores médios do comprimento de folhas D aferidas em seis diferentes datas (A), aferições do comprimento do fruto (B) em três diferentes datas e massa fresca das frutas com coroa (C) no momento do ponto de colheita. Valores seguidos da mesma letra na barra não diferem pelo teste F ($p < 0,05$).

Os itens listados na Tabela 1 incluem materiais e mão de obra necessários para a implantação e execução do experimento.

Tabela 1. Custos de implantação do experimento

Itens	Unidade	Quantidade	Unidade preço unitário	Subtotal
Tubo PVC 75 mm	m	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Tubo PVC 50 mm	m	2	R\$ 27,50	R\$ 55,00
Mangueiras 16 mm	m	84	R\$ 3,15	R\$ 265,00
Gotejadores 47L/h	unid.	105	R\$ 0,95	R\$ 100,00
T 75/50mm	Unid.	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00
Joelho 75/50mm	Unid.	1	R\$ 4,50	R\$ 4,50
Adesivo incolor 175 g	Unid.	2	R\$ 10,50	R\$ 21,00
Registro	Unid.	1	R\$ 8,50	R\$ 8,50
Bomba 10 cv	Unid.	1	R\$ 7.084,00	R\$ 7.084,00
Lona dupla face 6m de largura 200 micras	m ²	60	R\$ 15,50	R\$ 930,00
Mão de obra	hora homem ⁻¹	8	R\$ 15,00	R\$ 120,00
Total				R\$ 8.658,00

Entre os principais custos, destaca-se a bomba de 10 cv, a lona dupla face e as mangueiras. O custo total para a implantação do experimento foi de R\$ 8.658,00. A bomba é essencial para garantir a pressão adequada no sistema de irrigação, necessária para a distribuição uniforme da água em toda a área de cultivo. A lona dupla face serviu para proteger o solo, manter a umidade evitando a evaporação excessiva e evitar a competição pelas plantas espontâneas com o abacaxizeiro.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo demonstra que o uso de *mulching* plástico no cultivo de abacaxi pérola sob manejo orgânico promove maior crescimento da folha ‘D’ e conseqüentemente maior crescimento vegetativo; maior crescimento e massa das frutas do abacaxizeiro, se comparado ao cultivo sem proteção plástica.

Esse tipo de manejo estudado em sistema orgânico aumenta a rentabilidade do produtor de abacaxi.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COELHO, E. et al. Water productivity in pineapple (*Ananas comosus*) cultivation using plastic film to reduce evaporation and percolation. *Agricultural Water Management*, [s. l.], v. 296, p. 108785, 2024.

Cultivo e Utilização do Nim Indiano. Neves, Belmiro Pereira das; Oliveira, Itamar Pereira de; Nogueira, João Carlos Mohn. Circular Técnica nº 62. Embrapa. Santo Antônio de Goiás, GO Dezembro, 2003.

Desenvolvimento do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merril.) cv. Turiaçu com aplicações de biofertilizante aeróbico em plantio com e sem mulching. SANTOS, José Osman Silvino. 2021. 37p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

DEWI, S. K. et al. Effect of plastic mulch residue on plant growth performance and soil properties. *Environmental Pollution*, [s. l.], v. 343, p. 123254, 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S026974912302256X>. Acesso em: 10 jul. 2024.

EMBRAPA; CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DO SOLO. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2. Ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997.

FAZOLIN, Murilo. **Reconhecimento e Manejo Integrado das Principais Pragas da Cultura do Abacaxi no Estado do Acre**. Documento nº 62, Embrapa, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção de Abacaxi. 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/abacaxi/br>>. Acesso em: 21 out. 2024.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – INCAPER. **Vila Pavão - Planejamento e Programação de Ações - (2011)**. Vila Pavão, 2011.

LEITE, Germano Leão Demolin; NOGUEIRA, Elwira Daphinn Silva. **Pragas do Abacaxizeiro**. UFMG – Instituto de Ciências Agrárias.

LIMA, RICARDO RODRIGUES DE. Nim (*Azadirachta indica*): uma revisão bibliográfica sobre a fitoquímica e seu uso como inseticida natural. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Ouricuri, Ouricuri-PE, 29f., 2022.

MATOS, A. P. DE et al. Sistema orgânico de produção de mudas de abacaxi. Cruz das Almas: Embrapa, 2018.

MATOS, A. P. DE. Plano estratégico para a cultura do abacaxi 2017-2021. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2018.

MATOS, A. P. DE; SANCHES, N. F. Cultura do Abacaxi: Sistema de Produção para a Região de Itaberaba, Bahia. 2. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011.

NEVES, Belmiro Pereira das; OLIVEIRA, Itamar Pereira de; NOGUEIRA, José Carlos Mohn. Cultivo e Utilização do Nim Indiano. Circular Técnica nº 62. Santo Antônio de Goiás, Go. Dezembro, 2003.

NORONHA, Aloyséia Cristina da Silva; SILVA, Alexandre Távora de Albuquerque; TAVARES, Geraldo Santos; KRAMER, Vitor Rodrigo; MATOS, Aristóteles Pires de. **A broca do fruto do abacaxi *Strymon megarus* no Estado do Pará.** Embrapa Amazonia Oriental, Embrapa Mandioca e Fruticultura.

OLIVEIRA, F. de T. G. de et al. Desenvolvimento de abacaxizeiros e qualidade de frutos sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. Research, Society and Development, [s. l.], v. 10, n. 13, p. e449101321520–e449101321520, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/21520>. Acesso em: 10 jul. 2024.

PEREIRA, Filipe das Neves; OLIVEIRA, Fabiano Oliveira de Paula; PADUA, Tullio Raphael Pereira de; MATOS, Aristoteles Pires de. **Uso de mulching plástico para o cultivo de variedades de abacaxi em sistema orgânico de produção.** In. BARBOSA, Francisco Ferraz Laranjeira (edt). Jornada Científica EMBRAPA Mandioca e Fruticultura (10: 2016: Cruz das Almas, BA). Traduzindo ciência para o mundo: resumos. Brasília: EMBRAPA, 2016.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. DA S.; CABRAL, J. R. S. ABACAXI. Produção: Aspectos Técnicos. Brasília: EMBRAPA, 2000.

RIVERA, J. R. Manual de Agricultura orgânica. 1. ed. Atalanta: AMAVI, 2014.

SANTOS, J. O. S. Desenvolvimento do abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill.) cv. Turiaçu com aplicações de biofertilizante aeróbico em plantio com e sem mulching. 2021. 37 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

SANTOS, G. L. Os princípios da Agroecologia na Educação: estudo de caso no Centro Municipal e Educação Agroecológica “Artur Pagung”, Vila Pavão (ES). 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2019.

SHUKLA, R. et al. Impact and Assessment of Frontline Demonstration (FLD) Management of Weeds in Pineapple by Plastic Mulch. Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology, [s. l.], p. 314–319, 2022. Disponível em: <https://journalajaees.com/index.php/AJAEES/article/view/1714>. Acesso em: 10 jul. 2024.

SILVA, B. S. D. et al. Technologies for reducing water consumption by pineapples in the semi-arid region. Ciência Rural, [s. l.], v. 54, n. 9, p. e20230271, 2024. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782024000900351&tlng=en. Acesso em: 10 jul. 2024.

SOUZA, L. F. DA S.; REINHARDT, D. H. Abacaxizeiro. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (Eds.). Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil. Fortaleza: EMBRAPA, 2009. p. 182–205.

STUCHI, Julia Franco. **Biofertilizante**: um adubo líquido de qualidade que você pode fazer. Brasília: EMBRAPA, 2015.

TACHIE-MENSON, J.; SARKODIE-ADDU, J.; CARLSON, A. Assessment of the impact of some common weed management methods on the growth and yield of pineapples in Ghana. *Journal of Science and Technology (Ghana)*, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 1, 2015.

TAJUDEEN, O. et al. Influence of Mulching Materials on the Agronomic and Yield Parameters of Pineapple (*Anana comosus* L. Merr. Var. Sugar Loaf) in Owode -Yewa Southwest Nigeria. *Journal of Biotechnology Research*, [s. l.], n. 66, p. 62–68, 2020. Disponível em: <https://arpgweb.com/journal/16/archive/06-2020/6/6>. Acesso em: 10 jul. 2024.

Uso do Mulching e seus efeitos no desenvolvimento de plantas de interesse econômico: uma revisão narrativa. Silva, Bruna Kaely Souza; Silva, John Enzo, Vera Cruz; Martins, Maria Maquiane Souza; Ferreira, Leonardo Elias. Livro: *Agronegócio e Sustentabilidade: Métodos, Técnicas, Inovação e Gestão*. Cap. 6, pg. 68-77. 2021.

WANG, M. et al. Responses of soil aggregates and bacterial communities to soil-Pb immobilization induced by biofertilizer. *Chemosphere*, v. 220, n. 12, p. 828–836, 2019.