

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM AGROECOLOGIA

ABEL LOPES COSTA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS,
TECNOLÓGICOS E DOS ATRIBUTOS DO SOLO NA SUSTENTABILIDADE DA
CULTURA DA BANANA (SUBGRUPO PRATA)**

ALEGRE-ES
2025

ABEL LOPES COSTA

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS,
TECNOLÓGICOS E DOS ATRIBUTOS DO SOLO NA SUSTENTABILIDADE DA
CULTURA DA BANANA (SUBGRUPO PRATA)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel
Coorientadora: Drª. Edileuza Aparecida V. Galeano

ALEGRE-ES

2025

(Biblioteca do Campus Alegre)

C838a Costa, Abel Lopes.

Análise da influência dos fatores socioeconômicos, tecnológicos e dos atributos do solo na sustentabilidade da cultura de banana (subgrupo prata) / Abel Lopes Costa. - 2025.

135 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Otacílio José Passos Rangel

Coorientador: Edileuza Aparecida Vital Galeano

Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, Mestrado em Agroecologia, 2025.

1. Banana. 2. Agricultura familiar . 3. Desenvolvimento rural. 4. Produtividade agrícola. I. Rangel, Otacílio José Passos. II. Galeano, Edileuza Aparecida Vital. III. Título IV. Instituto Federal do Espírito Santo.

CDD: 634.772

Bibliotecário/a: Natália Gomes de Souza Mendes CRB-ES nº 993

ABEL LOPES COSTA

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS, TECNOLOGICOS E DOS ATRIBUTOS DO SOLO NA SUSTENTABILIDADE DA CULTURA DA BANANA (SUBGRUPO PRATA)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo, campus de Alegre, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Aprovado em 14 de agosto de 2025

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 OTACILIO JOSE PASSOS RANGEL
Data: 11/11/2025 21:21:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Otacílio José Passos Rangel
Instituto Federal do Espírito Santo
Orientador

Documento assinado digitalmente
 EDILEUZA APARECIDA VITAL GALEANO
Data: 14/11/2025 16:20:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Edileuza Aparecida Vital Galeano
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural
Coorientadora

Documento assinado digitalmente
 ANDRE OLIVEIRA SOUZA
Data: 13/11/2025 18:45:43-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. André Oliveira Souza
Instituto Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 JEFERSON LUIZ FERRARI
Data: 12/11/2025 19:09:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Jéferson Luiz Ferrari
Instituto Federal do Espírito Santo

À memória dos meus avós, Luiz e Marcolina.
A ele, que com suas raízes no campo, humildade e
resiliência, plantou o valor da terra e da simplicidade.
A ela, cuja fé, alegria e força sempre me inspiraram.
Ambos foram fundamentais na minha formação humana
e seguem vivos em cada passo que dou.
“Eu sou a continuação de um sonho.”

AGRADECIMENTOS

A Deus, e a toda a Sua criação.

À minha família: meus pais, Angela e Antônio Manoel; meus irmãos, Vitor e Angelo; minha companheira, Joice; e minha cunhada, Patrícia, pelo amor e incentivo constantes, fundamentais para que eu superasse os desafios ao longo desta jornada.

A todos professores e amigos de maneira irrestrita, que contribuíram para minha formação e me inspiraram ao longo desta breve, porém intensa caminhada, e que se tornaram, de alguma forma, parte da minha família. Desde os tempos do Colégio Estadual Agrícola de Cambuci (atualmente Instituto Federal Fluminense - IFF - Campus Cambuci), onde tive meu primeiro contato com o universo acadêmico por meio da 72ª Semana do Fazendeiro, na Universidade Federal de Viçosa, iniciativa promovida pelo Prof. Juan Francisco Caycho Carrion. Passando pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, onde professores e amigos de turma e do saudoso M2-234 foram luzes no meu caminho humano e profissional.

Ao Prof. Dr. Eduardo Lima pelo suporte durante minha primeira vivência profissional, no Programa de Residência em Agronomia da UFRRJ, e aos amigos que fiz no Paraná, no período em que estive na Usina Santa Terezinha, em Terra Rica, e no Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR-Paraná), no Polo Regional de Pesquisa de Paranavaí, onde aprofundei minha experiência com a pesquisa agropecuária, sob a orientação da Dra. Simony Marta Bernardo Lugão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do Instituto Federal do Espírito Santo (PPGA – Ifes, Campus de Alegre) e ao Programa Universidade Aberta Capixaba (UnAC-Ifes), do Sistema UniversidadES (Governo do Estado do Espírito Santo), pela oportunidade de ingresso e desenvolvimento deste projeto.

Aos profissionais do PPGA, em especial à professora e coordenadora da turma UnAC do PPGA, Aparecida de Fátima Madella de Oliveira, por suas orientações cuidadosas sobre os trâmites junto ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/Ifes); e ao professor Jeferson Luiz Ferrari, pelo apoio e presteza na elaboração dos mapas utilizados nesta

dissertação. Ao meu orientador, Otacílio José Passos Rangel, por ter me encorajado desde o início da pesquisa, acompanhando cada fase com atenção, propondo caminhos e esclarecendo dúvidas sempre com dedicação.

Ao professor André Oliveira Souza, do Ifes - Campus de Alegre, por suas contribuições significativas nas análises estatísticas desta pesquisa.

Aos colegas da turma 2023.2 do mestrado profissional em Agroecologia, pelos inúmeros momentos de troca, aprendizado, reflexões e também de descontração, fundamentais para manter o ânimo e a coletividade durante o curso.

Ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), pela oportunidade e aprendizado contínuos. Aos servidores que colaboraram de diferentes formas para o desenvolvimento desta pesquisa, com especial agradecimento à Angélica Carvalhais de Oliveira, parceira constante no Escritório Local de Desenvolvimento Rural (ELDR) do INCAPER do município de Itapemirim; à pesquisadora Edileuza Galeano, por aceitar o desafio da coorientação e pelo apoio técnico ao longo do mestrado; ao coordenador do Centro Regional de Desenvolvimento Rural (CRDR) Litoral Sul do INCAPER, Alciro Lamão Lazzarini, pelo apoio incondicional e por suas contribuições relevantes durante o mestrado.

Registro, ainda, meu reconhecimento e gratidão aos colegas dos ELDRs do INCAPER: Alfredo Chaves – João Medeiros Neto e Paulo Cesar Domingues; Anchieta – Danilo Biancardi Ceccon e Paulo Esteves Fraga Rodrigues; Iconha – Carlos Antônio de Melo; e Rio Novo do Sul – Hanny Heni Slany Pereira, por todo suporte prestado durante a execução das etapas de campo.

Aos agricultores capixabas, especialmente aos produtores de banana e suas famílias, que nos acolheram com generosidade e dedicaram parte de seu tempo para contribuir com esta pesquisa: deixo aqui minha profunda gratidão e respeito. Que este trabalho possa, de alguma forma, retornar a vocês como reconhecimento e contribuição à sua realidade — como certamente foi à minha.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela concessão de auxílio financeiro para condução e realização do projeto por meio do Nº 830/2024 - P: 2024-FZ2BT.

Minha sincera gratidão!

“A ciência, a tecnologia, o progresso só valem o nosso pensamento e as nossas mãos se nos humanizarem mais.”

Pedro Casaldáliga

“Uma verdadeira abordagem ecológica sempre se torna uma abordagem social, que deve integrar a justiça nos debates sobre o meio ambiente, para ouvir tanto o clamor da terra como o clamor dos pobres.”

Papa Francisco

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de fatores socioeconômicos, tecnológicos e dos atributos de solo na produtividade da cultura da banana do subgrupo Prata na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo, compreendendo os municípios de Alfredo Chaves, Anchieta, Itonha e Rio Novo do Sul. A pesquisa caracteriza-se como exploratória e descritiva. Foram realizadas coletas de dados primários em uma amostra de 66 propriedades rurais produtoras de banana do subgrupo Prata por meio da aplicação de questionários, coleta de amostras de solo para análise química e granulométrica, bem como o levantamento de dados geográficos. As variáveis analisadas abrangeram aspectos socioeconômicos (perfil dos agricultores, estrutura fundiária, organização social e políticas públicas), tecnológicos (principais práticas de manejo adotadas) e ambientais - atributos de solo (granulometria e atributos químicos). A análise dos dados se deu por meio de estatística exploratória e descritiva, com destaque para a análise de distribuição das variáveis por meio de *boxplots*, análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão linear múltipla para a variável produtividade e análise de componentes principais (ACP) das variáveis socioeconômicas, tecnológicas e de atributos do solo, permitindo uma abordagem integrada e multivariada dos fatores determinantes e significativos da produtividade. Os resultados mostraram que a bananicultura na região é predominantemente conduzida por agricultores familiares, com forte uso de mão de obra familiar, diversificação de culturas e renda, porém com baixa inserção em organizações sociais e acesso limitado a políticas públicas. Do ponto de vista dos atributos do solo, destacaram-se a influência negativa dos níveis de acidez do solo, além de diferentes limitações de fertilidade entre os municípios, associadas ao manejo do solo. Variáveis como tipo de adubação, conservação do solo, capina mecânica, renda na cafeicultura, acesso ao crédito, além de teores de ferro foram significativos na regressão e contribuíram para explicar a produtividade. Conclui-se que a produtividade da banana do subgrupo Prata na região está condicionada pela interação de fatores socioeconômicos, tecnológicos e ambientais. Os achados da pesquisa oferecem subsídios para o fortalecimento da cadeia produtiva da banana do subgrupo Prata no Espírito Santo.

Palavras-chave: agricultura familiar; desenvolvimento rural; *Musa* spp; produtividade.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of socioeconomic, technological, and soil attributes on the productivity of banana crops of the Prata subgroup in the South Coastal Microregion of Espírito Santo, comprising the municipalities of Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha, and Rio Novo do Sul. The research is characterized as exploratory and descriptive. Primary data were collected from 66 rural properties producing Prata bananas through questionnaires, soil sampling for chemical and granulometric analysis, and geographic data collection. The variables analyzed included socioeconomic aspects (farmers' profiles, land structure, social organization, and public policies), technological aspects (main management practices), and environmental aspects (granulometry and chemical attributes). Data analysis involved exploratory and descriptive statistics, with emphasis on variable distribution analysis using boxplots, variance analysis (ANOVA), multiple linear regression for productivity, and principal component analysis (PCA) for the socioeconomic, technological, and soil variables, allowing for an integrated and multivariate approach to determining productivity factors. The results indicated that banana cultivation in the region is predominantly conducted by family farmers, with strong reliance on family labor and income diversification, but limited participation in social organizations and restricted access to public policies. Regarding soil attributes, the negative influence of soil acidity and fertility limitations associated with soil management were evident. Variables such as fertilization type, soil conservation, mechanical weeding, coffee-related income, credit access, and iron content were significant in the regression and contributed to explaining productivity. It is concluded that banana productivity in the region is conditioned by the interaction of socioeconomic, technological, and environmental factors. The findings provide valuable insights for strengthening the Prata subgroup banana production chain in Espírito Santo.

Keywords: family farming; rural development; *Musa* spp; productivity.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	BANANICULTURA NO CONTEXTO DO ESPÍRITO SANTO	19
3.1.1	Importância socioeconômica da fruticultura para o estado	19
3.1.2	Programas de incentivo à fruticultura no Espírito Santo	21
3.1.3	Panorama da bananicultura no Espírito Santo	23
3.1.4	Principais cultivares de banana produzidas no Espírito Santo.....	27
3.1.5	Perfil da bananicultura da microrregião Litoral Sul (MLS-ES).....	30
3.2	FATORES DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DA BANANA ..	34
3.2.1	Aspectos socioeconômicos e tecnológicos na bananicultura	36
3.2.2	Aspectos ambientais na bananicultura	38
4	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.1	LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS E CRITÉRIOS DE ESCOLHA.....	40
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
4.2.1	Critérios para definição da amostragem das propriedades rurais	46
4.2.2	Caracterização socioeconômica da bananicultura.....	48
4.2.3	Tecnologias adotadas e percepções dos bananicultores.....	49
4.2.4	Diagnóstico dos atributos de solo dos talhões amostrados	50
4.2.5	Tratamento e análise estatística dos dados	52
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.1	DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA	57
5.1.1	Caracterização socioeconômica da bananicultura na MLS-ES	57
5.2	DIMENSÃO TECNOLÓGICA.....	70
5.2.1	Tecnologias adotadas na bananicultura da MLS-ES	70
5.3	DIMENSÃO AMBIENTAL	89
5.3.1	Distribuição espacial da talhões amostrados na MLS-ES	89
5.3.2	Atributos dos solos dos talhões amostrados na MLS-ES	92

5.4	ANÁLISE INTEGRADA E PERCEPÇÕES DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE	103
5.4.1	Desempenho produtivo da bananicultura na MLS-ES.....	103
5.4.2	Correlações entre variáveis analisadas e a produtividade	106
5.4.3	Percepções sobre a produtividade da banana subgrupo Prata	115
6	CONCLUSÃO.....	119
	REFERÊNCIAS	121
	APÊNDICE A – Identificação do talhão amostrado.....	133
	APÊNDICE B – Questionário de caracterização da bananicultura da Microrregião Litoral Sul do Espírito Santo.....	134
	APÊNDICE C – Localização geográfica dos talhões amostrados	136

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção agrícola convencionais têm se tornado cada vez mais predominantes, o que tem levado a uma expressiva redução da diversidade biológica e ao desequilíbrio na nutrição de plantas (Souza Casadinho, 2022). Dentre os efeitos observados está o manejo da fertilidade do solo, fator que exerce influência direta sobre a composição nutritiva das plantas cultivadas (López-Yerena *et al.*, 2019).

Nesse cenário, a agroecologia constitui um campo científico essencial para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas agrícolas que conciliem a produção de alimentos saudáveis, a conservação dos recursos naturais e a justiça social. Gliessman (2009) define a agroecologia como a aplicação dos princípios e conceitos da ecologia no manejo e desenho de agroecossistemas mais sustentáveis. O autor reitera que, se por um lado, a agroecologia estuda processos econômicos e de agroecossistemas, por outro consiste num agente promotor de mudanças sociais e ecológicas orientadas por um modelo de ecologia integral, também apontado por Francisco (2015).

Nesse sentido, compreender a realidade agrícola em escala regional é essencial para identificar oportunidades de transição agroecológica e promover práticas agrícolas sustentáveis, adaptadas às especificidades locais. No Espírito Santo, a agricultura consiste em uma atividade primordial para a promoção do desenvolvimento econômico e social. De acordo com Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o estado contava com 108.014 estabelecimentos agropecuários, responsáveis pela ocupação de 357.258 pessoas em atividades rurais.

Nesse contexto, a fruticultura tropical destaca-se com uma das cadeias produtivas mais expressivas e diversificadas na economia agrícola capixaba, contribuindo para a geração de emprego e renda. Dados do Painel da Produção Agropecuária do Espírito Santo – Painel Agro (INCAPER, 2025) revelam uma área colhida de 71.678 hectares de frutas em 2024, o que corresponde a 10,95% da área destinada à produção agrícola do estado, inferior apenas à principal *commodity* agrícola, o café.

Dentre as frutas produzidas no estado, a cultura da banana possui importância significativa para a economia, se destacando em 2024 como a maior atividade do

segmento fruticultura, tanto em volume físico quanto em Valor Bruto de Produção Agropecuária - VBPA. Em 2024, a cultura da banana foi responsável por 3,09% do VBPA capixaba, representando 26,41% do VBPA da fruticultura (Galeano *et al.*, 2025).

Os territórios do estado com maior representatividade produtiva são as microrregiões Litoral Sul, Central Serrana e Metropolitana, com predomínio, respectivamente, das cultivares dos subgrupos Prata, Terra, Cavendish e Maçã (Galeano *et al.*, 2022). No entanto, os baixos níveis de produtividade média representam um desafio que envolve os aspectos social, econômico e ambiental, impactando diretamente toda cadeia produtiva da banana. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), a produtividade média da banana no estado foi de 14,65 t/ha, inferior à média nacional (14,99 t/ha) e a da região Sudeste (17,42 t/ha). Neste sentido, investigar os fatores que determinam a produtividade da bananeira é essencial para garantir a viabilidade econômica da atividade e promover maior sustentabilidade.

Observa-se, especialmente na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo (MLS-ES), uma discrepância entre a importância social atribuída à cultura da banana e a produtividade média obtida. Os municípios desta região foram precursores da bananicultura no estado, pelas condições favoráveis de solo e clima (Silva *et al.*, 2016). Porém, apresentam um histórico de baixa produtividade média quando comparados a outros municípios do estado (IBGE, 2025).

A produtividade da cultura da banana na MLS-ES, em especial as cultivares do subgrupo Prata, tem influência de múltiplos fatores. No contexto social e histórico, o declínio da atividade iniciou-se no final da década de 1980, quando a suscetibilidade às doenças, a baixa produtividade, a menor qualidade dos frutos e a frágil estrutura de comercialização provocaram um desestímulo à continuidade do cultivo dessa variedade, conforme apontam Galeano *et al.* (2022). Somam-se a isto, as limitações na adoção de tecnologias em áreas com declividade acentuada, dificultando o manejo e conservação do solo. Nessas circunstâncias, há maior suscetibilidade à erosão, exigindo a implementação de medidas rigorosas de controle o que, por sua vez, eleva significativamente os custos de produção e compromete a viabilidade econômica da atividade (Silva *et al.*, 2010).

No Espírito Santo, destacam-se, entre os subgrupos de banana cultivados os do subgrupo Prata (grupo AAB), seguido do subgrupo Cavendish (grupo AAA) e do subgrupo Terra (grupo AAB) (Galeano *et al.*, 2022). Dentre estes, o subgrupo Prata possui ampla aceitação no mercado interno, sendo uma das variedades mais consumidas, representando cerca de 60% do consumo nacional (Zucoloto, 2023), e cultivadas em sistemas de produção de base familiar. A preferência pelo cultivo da banana Prata deve-se pela sua adaptação às condições edafoclimáticas, por possuir um sistema radicular agressivo, o que lhes possibilita a sobrevivência e a produção em solos de baixa fertilidade e com deficiência hídrica (Silva; Lima Neto, 2012b). Apesar disso, o estado tem apresentado limitações em produtividade da banana subgrupo Prata, sobretudo quando associadas a práticas de manejo inadequadas (Galeano *et al.*, 2022; Zucoloto, 2023).

A interação dos fatores água-solo-genótipo-atmosfera e atividade humana impactam o crescimento, o desenvolvimento fenológico e a produtividade da bananeira (Donato *et al.*, 2017). Além disso, o manejo adequado da cultura é fundamental, tendo em vista sua influência sobre os aspectos ligados à produção e qualidade dos frutos (Natale *et al.*, 2021). Neste sentido, lavouras conduzidas com tecnologias adequadas, adaptadas à realidade da agricultura familiar, além de mecanismos que permitam maior acesso à informação e uso de técnicas inovadoras, como sistemas de irrigação mais eficientes, com maiores níveis de organização e infraestrutura logística, tendem a alcançar maiores níveis de produtividade (Guerra *et al.*, 2010b).

No Espírito Santo, os cultivos de banana são conduzidos predominantemente pela mão de obra familiar, aspecto social essencial para viabilidade da atividade, com 79,24% desses estabelecimentos rurais sendo geridos por agricultores familiares (IBGE, 2017). Os agricultores enfrentam diversos desafios relacionados à gestão da atividade, além do acesso restrito a tecnologias e à assistência técnica, a ocorrência de problemas fitossanitários e as dificuldades para acessar políticas públicas e mercados mais justos. Galeano *et al.* (2022) relatam que a maioria dos agricultores não possui controle de custos com insumos como fertilizantes, defensivos e combustíveis, tampouco acesso à irrigação ou assistência técnica. Além disso, apontam que 90,20% dos produtores não acessaram crédito rural e que os principais entraves na comercialização estão relacionados à logística e infraestrutura, o que

reforça a existência de limitações estruturais e sociais que comprometem a sustentabilidade da bananicultura no Espírito Santo, em especial na MLS-ES.

Neste sentido, torna-se evidente a demanda por pesquisas adequadas aos princípios da agroecologia que integrem, de forma holística, os fatores sociais, tecnológicos e ambientais na análise da sustentabilidade da cultura da banana. Embora alguns estudos apresentem contribuições significativas, há uma lacuna na investigação da correlação e interação simultânea desses fatores com a produtividade. Desta forma, este estudo propõe uma análise abrangente, visando permitir uma maior compreensão das dinâmicas envolvidas na bananicultura desenvolvida na MLS-ES.

Nesse contexto, o presente estudo justifica-se pelo potencial de aprofundar o conhecimento sobre os fatores sociais, tecnológicos e ambientais que interferem diretamente na produtividade da banana subgrupo Prata. Portanto, esta pesquisa propõe investigar os múltiplos aspectos que influenciam a sustentabilidade da cultura da banana, especificamente as variedades do subgrupo Prata (AAB), na MLS-ES, com foco na análise integrada de fatores socioeconômicos, tecnológicos e ambientais - atributos do solo. Ao compreender essas dinâmicas, almeja-se identificar possíveis entraves para incremento da produtividade da cadeia produtiva da banana na região. Dessa forma, este estudo possibilitará não apenas preencher lacunas do conhecimento científico, mas também fornecer subsídios para elaboração de políticas públicas que promovam o desenvolvimento rural na MLS-ES.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência de fatores sociais, tecnológicos e dos atributos do solo na produtividade da cultura da banana do subgrupo Prata (AAB) na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 - Caracterizar o contexto socioeconômico da bananicultura do subgrupo Prata na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo - MLS-ES, identificando os principais aspectos estruturais, culturais e produtivos nos municípios de maior representatividade.

2 - Identificar as tecnologias adotadas pelos agricultores da área de estudo no cultivo da bananeira do subgrupo Prata, analisando sua influência na produtividade da cultura.

3 - Diagnosticar os atributos químicos e granulométricos dos solos das áreas estudadas, avaliando sua influência na produtividade da banana do subgrupo Prata.

4 - Analisar as correlações entre os fatores socioeconômicos, tecnológicos e atributos de solo com os níveis de produtividade levantados nas áreas estudadas.

5 - Compreender as percepções dos agricultores sobre os fatores limitantes e as demandas para o aumento da produtividade da banana do subgrupo Prata.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção busca fundamentar os objetivos e análises propostos neste trabalho, apresentando uma revisão voltada aos principais temas relacionados à pesquisa. Visando favorecer a compreensão e o direcionamento das discussões, essa seção estrutura-se em dois eixos temáticos: o primeiro, sobre a contextualização da bananicultura no Espírito Santo, com ênfase em sua importância socioeconômica, e o segundo sobre a produtividade da bananicultura e seus múltiplos fatores determinantes.

3.1 BANANICULTURA NO CONTEXTO DO ESPÍRITO SANTO

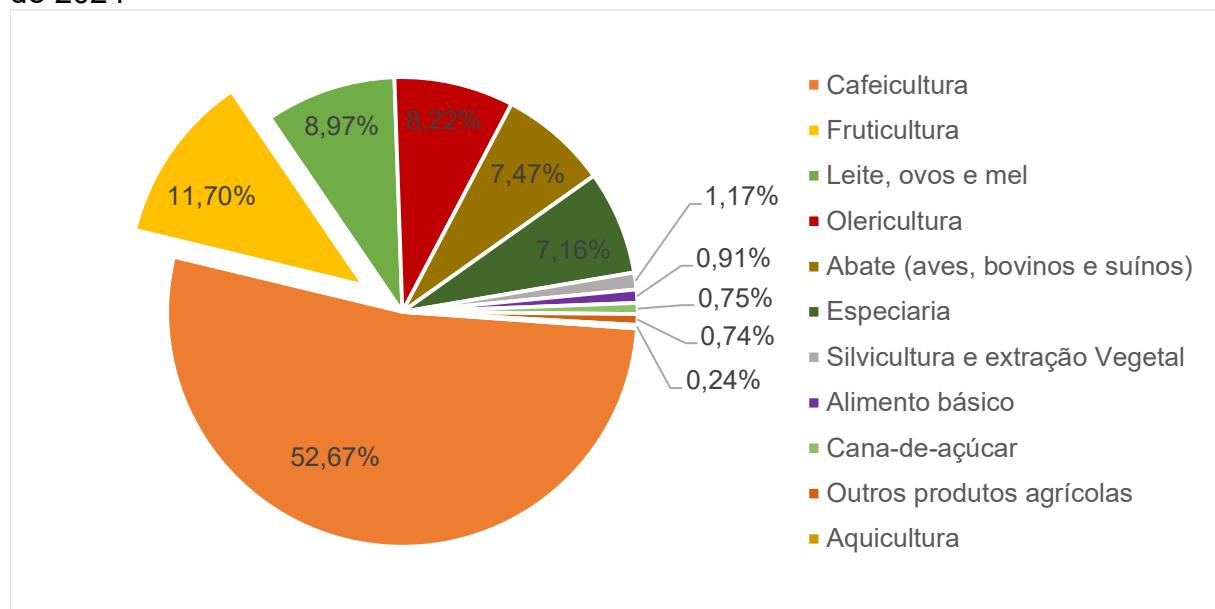
3.1.1 Importância socioeconômica da fruticultura para o estado

A agricultura capixaba desempenha um papel essencial na economia e no desenvolvimento social do estado, apresentando ampla diversidade produtiva com variações no território, de acordo com suas aptidões edafoclimáticas e culturais.

Dados da Pesquisa Agrícola Municipal - PAM 2024 (IBGE, 2025) revelam que o Espírito Santo se destacou como maior produtor de pimenta-do-reino, com 73.484 toneladas (58,82% da produção nacional) e mamão, com 398.093 toneladas (34,63% da produção nacional). O estado é o 2º maior produtor de cafés do Brasil, sendo líder na produção de café conilon (*Coffea canephora*), com 657.004 toneladas (66,09% da produção nacional) e o terceiro na produção de café arábica (*Coffea arabica*), com 224.649 toneladas (9,38%).

O Boletim da Conjuntura Agropecuária (Galeano *et al.*, 2025) destaca que o Valor Bruto de Produção Agropecuária - VBPA alcançou a marca de R\$ 31,27 bilhões em 2024. Além disso, dentre as atividades agropecuárias, a agricultura teve participação percentual ampliada no VBPA, saindo de 72,07%, em 2021, para 82,15%, em 2024. A fruticultura acompanhou este cenário, com participação percentual de 9,78%, em 2021, para 11,70%, em 2024 (Figura 1), sendo a segunda atividade econômica mais importante no segmento agrícola, abaixo apenas da cafeicultura, principal cadeia produtiva do agronegócio capixaba.

Figura 1 - Participação percentual das atividades no VBPA do Espírito Santo, no ano de 2024



Fonte: Adaptado de Galeano *et al.* (2025).

A fruticultura tem se inserido como alternativa viável de diversificação produtiva no estado, por sua adaptação às distintas condições agroclimáticas. A diversificação da produção agrícola, por meio da fruticultura, contribui para a melhoria da qualidade de vida dos agricultores, uma vez que essa atividade pode atuar como fonte complementar de renda. Esse potencial agrega-se ao fato de que as culturas frutíferas, em geral, possuem períodos de safra diferentes das culturas tradicionais, como o café, o que permite uma melhor distribuição dos rendimentos ao longo do ano (Galeano *et al.*, 2022; Rathmann *et al.*, 2008).

O Espírito Santo se beneficia por sua localização privilegiada, bem como de condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo de frutas, o que possibilita o atendimento das demandas dos mercados interno e externo. O estado conta com importantes ligações rodoviárias, como as BR-101 e BR-262, que o conectam aos principais centros consumidores do país (Carvalho *et al.*, 2015; Costa *et al.*, 2016). Diante desse cenário, a implantação de projetos e políticas públicas voltadas ao desenvolvimento das cadeias produtivas de frutas torna-se um fator crucial para a economia estadual.

3.1.2 Programas de incentivo à fruticultura no Espírito Santo

Nas últimas décadas, iniciativas governamentais por meio da Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (SEAG), do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) e instituições acadêmicas, como a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e o Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) têm buscado incentivar a fruticultura por meio de programas institucionais em parceria com a iniciativa privada, organizações não governamentais e órgãos ligados à pesquisa, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), além de projetos de pesquisa extensão e desenvolvimento. Essas ações visam promover maior dinamismo econômico e sustentabilidade no meio rural capixaba.

O Programa Estadual de Fruticultura (PROFRUTA) estabeleceu objetivos estratégicos voltados à expansão da fruticultura, por meio do fortalecimento da pesquisa e assistência técnica, estímulo ao crédito rural e introdução de variedades mais adaptadas às condições locais. Também buscou qualificar produtores, promover a diversificação agrícola, agregar valor à produção, fomentar boas práticas agrícolas, apoiar agroindústrias e incentivar o cooperativismo, com foco no fortalecimento da agricultura familiar e empresarial (Espírito Santo, 2003).

O Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba (PEDEAG) tem desempenhado um importante papel na estruturação e no fortalecimento do agronegócio capixaba, consolidando-se como uma ferramenta estratégica para o crescimento do setor agropecuário estadual. Desde sua criação, em 2003, o PEDEAG promove uma abordagem sistêmica das atividades agropecuárias, considerando não apenas os aspectos econômicos, mas também as dimensões sociais, alinhando-se a uma concepção mais abrangente de agronegócio (Espírito Santo, 2023).

Nesse contexto, avanços significativos ocorreram na fruticultura capixaba, inicialmente por meio de ações conjuntas de pesquisa, assistência técnica e extensão rural, sendo fortalecidas pela implantação dos polos de desenvolvimento das cadeias produtivas de frutas. Objetivando ampliar a produção de frutas para atender tanto o mercado de frutas *in natura* quanto a demanda da agroindústria de polpas e derivados, a SEAG e o INCAPER criaram 14 polos de frutas no Espírito Santo voltados para as

cadeias produtivas do abacaxi, acerola, banana, cacau, caju, coco, goiaba, laranja, mamão, manga, maracujá, morango, tangerina e uva. Por meio dessas ações, o Estado vem estabelecendo metas para as cadeias produtivas de fruticultura, buscando consolidar-se como referência na diversificação de frutas (Costa; Costa; Ventura, 2007; Costa *et al.*, 2016; INCAPER, 2024).

No âmbito das instituições acadêmicas, além da contribuição essencial na formação de profissionais das diversas áreas do conhecimento e dos avanços significativos obtidos por meio de pesquisas científicas relevantes para as frutas produzidas no estado, projetos de extensão voltados à fruticultura vêm sendo desenvolvidos em sintonia com as demandas da sociedade capixaba. Destacam-se, nesse contexto, o Polo de Fruticultura do Caparaó e o projeto Fortalecimento da Agricultura Capixaba - FortAC (Ifes, 2025; UFES, 2025).

O Polo de Fruticultura do Caparaó está sendo implantado pelo Centro de Ciências Agrárias e Engenharias (CCAE - UFES), em parceria com os municípios da região, com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento agrícola local por meio da diversificação produtiva. A região do Caparaó, cuja economia rural é fortemente baseada na agricultura familiar, tem como principais atividades a cafeicultura e a pecuária, apresentando ainda pouca diversidade agrícola. Nesse contexto, o polo visa ampliar o cultivo de frutas, promovendo aumento de renda e geração de emprego.

Espera-se impactos significativos em diferentes dimensões: no campo científico, com o fortalecimento e a ampliação das linhas de pesquisa e formação de pesquisadores; no campo tecnológico, com o desenvolvimento e difusão de tecnologia; no aspecto econômico, com a oferta de produtos mais competitivos; na dimensão social, ao contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população rural; e ambiental, ao promover ações que favoreçam a conservação dos recursos naturais (UFES, 2025).

O projeto Fortalecimento da Agricultura Capixaba - FortAC surgiu a partir de um diagnóstico elaborado pelo Ifes, com foco na identificação dos principais entraves enfrentados pelas cadeias produtivas do setor agrícola do estado. O levantamento apontou mais de cinquenta demandas prioritárias, distribuídas entre diversos cultivos, demonstrando a necessidade de ações integradas de pesquisa, inovação e extensão para impulsionar o desenvolvimento rural capixaba.

As iniciativas do FortAC estão organizadas por culturas e produtos, com destaque para importantes frutíferas. Entre elas, o abacate, com o projeto “Novos sabores capixabas: azeite de abacate”, no Ifes - Campus Venda Nova do Imigrante; o abacaxi, por meio do projeto “Produção e capacitação para produção de mudas sadias de abacaxi, variedade Jupi, no município de Marataízes-ES”; e a banana, com o projeto “Atualização das recomendações de adubação para a cultura da banana Prata cv. Prata-Anã no Estado do Espírito Santo”, coordenado pelo Ifes - Campus de Alegre. Essas ações demonstram o papel estratégico do Ifes na promoção de soluções técnicas voltadas à melhoria da produtividade, da qualidade dos produtos e da sustentabilidade agrícola no Espírito Santo (Ifes, 2025).

3.1.3 Panorama da bananicultura no Espírito Santo

A banana (*Musa spp.*) é a principal fruta consumida *in natura* em escala global e no Brasil (Borges *et al.*, 2006; Rodrigues *et al.*, 2019). Além do seu consumo *in natura*, a fruta é utilizada na produção de alimentos industrializados, como banana-passa, bananas *chips*, farinha de banana, doces e geleias, polpa para papinhas de bebê, balas, produtos de panificação, sobremesas congeladas, aguardente e licor (Landau; Silva, 2020).

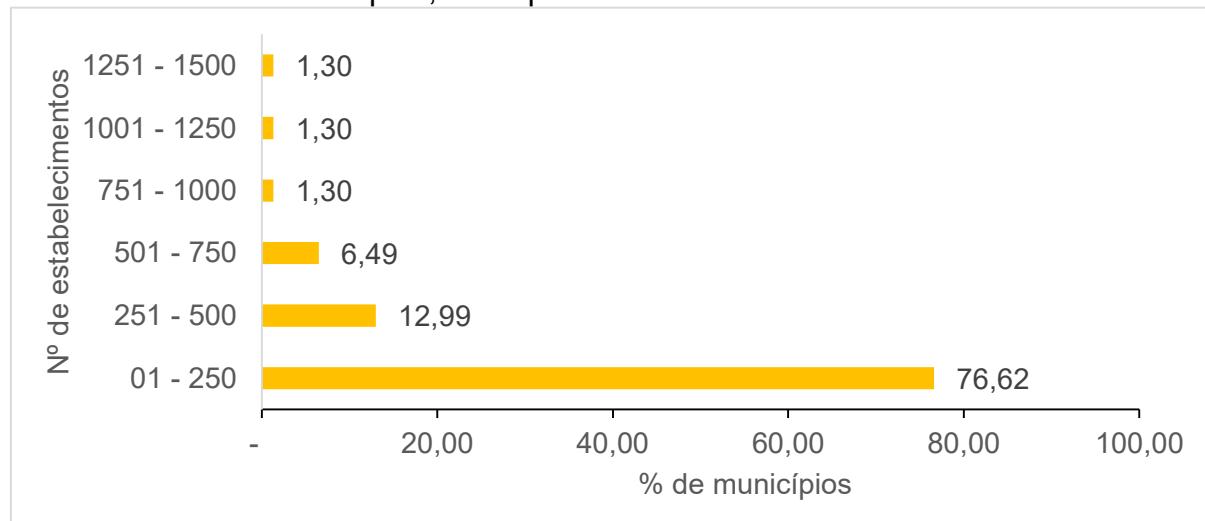
Apesar desse potencial para agregação de valor por meio do processamento, a comercialização da banana no Espírito Santo ainda é, majoritariamente, voltada ao mercado *in natura*. De acordo com Galeano *et al.* (2022), apenas 1,70% da produção estadual é destinada à agroindústria. Quando processada, a banana capixaba é utilizada, principalmente, na fabricação de doces (como mariolas e bananadas), banana-passa e banana *chips*, refletindo um uso ainda limitado diante das diversas possibilidades de industrialização.

Essa realidade reforça a importância da cultura no estado não apenas do ponto de vista produtivo, mas também social e econômico. A cultura da banana figura entre as atividades da fruticultura que mais contribuem para a geração de renda e ocupação no meio rural. A produção apresenta ampla distribuição territorial, ocorrendo em escala comercial em 76 municípios do Espírito Santo, com exceção da capital, Vitória, e Vila Velha (IBGE, 2025).

Essa capilaridade evidencia o papel estratégico da banana na agricultura familiar e na dinâmica socioeconômica regional, além de apontar para oportunidades de fortalecimento da cadeia produtiva por meio da diversificação de usos e mercados. Contudo, embora a produção esteja presente em quase todo o território capixaba, observa-se que ela não se distribui de forma homogênea entre os municípios.

Amaro e Fidelis (2021) consideram que apenas 18 municípios capixabas são especializados na produção de bananas. Os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) corroboram esse panorama: 76,62% dos municípios capixabas possuem entre 1 a 250 estabelecimentos produtores de banana (Figura 2). Apenas três municípios (Alfredo Chaves, Domingos Martins e Santa Leopoldina) concentram mais de 750 estabelecimentos, o que evidencia a dispersão da atividade no estado.

Figura 2 - Distribuição do número de estabelecimentos produtores de banana, por faixa e número de municípios, no Espírito Santo



Fonte: IBGE (2017).

Esse dado revela que, apesar da presença territorial da cultura e da existência de cultivos em maior escala, a bananicultura é predominantemente conduzida em pequenas unidades produtivas, caracterizadas pelo uso intensivo de mão de obra familiar e pelo manejo tradicional, típicos da agricultura familiar. Esse segmento representa 79,23% do total de 14.256 estabelecimentos produtores de banana do estado (IBGE, 2017).

A cultura da banana representa uma das principais atividades agrícolas do segmento fruticultura no Espírito Santo, com uma área colhida de 29.103 hectares, alcançando o VBPA na ordem de R\$ 966,79 milhões, correspondendo a 3,09% do VBPA total do estado em 2024, superando o mamão, com VBPA de R\$ 803,92 milhões, equivalente à 2,57% no segmento da fruticultura (Galeano *et al.*, 2025).

Em 2024, o estado se consolidou como o 7º maior produtor de banana do Brasil, com um volume físico total de 425.161 toneladas, conforme destacado na Tabela 1. Os estados que lideram a produção nacional são caracterizados por possuírem importantes polos produtivos da fruticultura, como em São Paulo (Vale do Ribeira), Minas Gerais (Norte de Minas), Bahia (Bom Jesus da Lapa, Juazeiro/Petrolina e Sul Baiano), Santa Catarina (Norte Catarinense), Pernambuco (Juazeiro/Petrolina e Mata Pernambucana), Ceará (Vale do Jaguaribe) e Pará (Sudoeste Paraense), conforme apontado por Lucena *et al.* (2013).

Tabela 1 - Ranqueamento dos estados em quantidade produzida de banana (t) no ano de 2024

Unidade federativa	Quantidade produzida (t)	Posição	Participação (%)
São Paulo	963.642	1º	13,68
Minas Gerais	847.752	2º	12,03
Bahia	839.428	3º	11,91
Santa Catarina	725.610	4º	10,30
Pernambuco	646.274	5º	9,17
Ceará	481.841	6º	6,84
Espírito Santo	426.363	7º	6,05
Pará	425.275	8º	6,04

Fonte: IBGE (2025).

Nota: Em negrito os dados do Espírito Santo.

A Tabela 2 apresenta os dados comparativos de área colhida (ha) e o respectivo percentual de participação na produção nacional entre os oito estados com maior representatividade na cultura da banana no ano de 2024. O Espírito Santo aparece nessa listagem com 6,15% de participação, evidenciando sua relevância no cenário produtivo, ainda que atrás de estados com maior extensão territorial e tradição consolidada na bananicultura. Os estados que possuem maior representatividade em área colhida também coincidem com aqueles mencionados anteriormente, com polos produtivos de fruticultura consolidados.

Tabela 2 - Ranqueamento dos estados em área colhida de banana (ha) em 2024

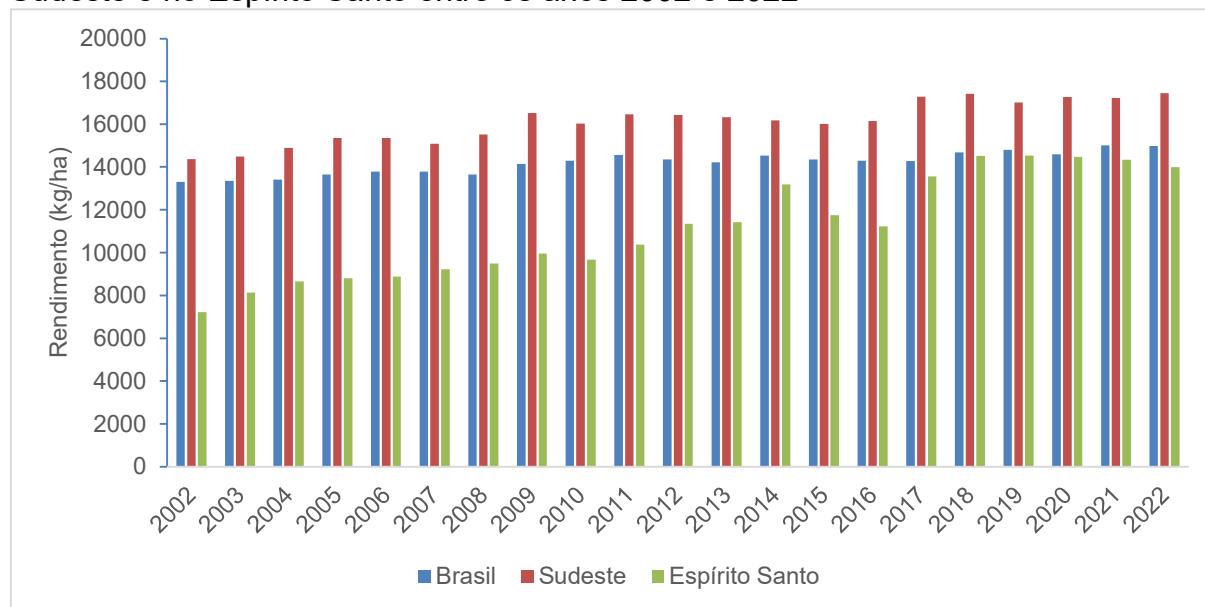
Unidade federativa	Área colhida (ha)	Posição	Participação (%)
Bahia	70.572	1º	14,91
Minas Gerais	50.104	2º	10,58
Pernambuco	49.503	3º	10,46
São Paulo	45.540	4º	9,62
Ceará	37.612	5º	7,94
Pará	36.973	6º	7,81
Santa Catarina	29.684	7º	6,27
Espírito Santo	29.103	8º	6,15

Fonte: IBGE (2025).

Nota: Em negrito os dados do Espírito Santo.

Apesar da expressiva área plantada, o Espírito Santo apresenta rendimentos médios considerados baixos. Conforme ilustrado na Figura 3, ao longo de um intervalo de 20 anos, os dados de produtividade média de banana sugerem uma tendência de crescimento no Brasil e na região sudeste brasileira. No entanto, a produtividade média anual no Espírito Santo manteve-se, consistentemente, abaixo das médias nacional e regional.

Figura 3 - Variação de produtividade anual da cultura da banana no Brasil, na região Sudeste e no Espírito Santo entre os anos 2002 e 2022



Fonte: IBGE (2024b).

Neste contexto, evidencia-se a existência de desafios específicos que limitam a sustentabilidade da bananicultura capixaba, mesmo diante do avanço tecnológico e do potencial agrícola da cultura no estado.

Deve-se considerar nas análises quantitativas dos níveis de produtividade média da bananicultura a variabilidade entre os subgrupos existentes, tendo em vista as diferenças de tamanho e peso dos frutos entre cultivares. Galeano *et al.* (2022) destacam que os níveis superiores de produtividade média dos municípios de Itaguaçu e Laranja da Terra estão associados à predominância de lavouras comerciais de cultivares do subgrupo Cavendish, cujos cachos apresentam maior peso médio e tamanho em comparação aos do subgrupo Prata.

Brochado (2016) ao avaliar a produção de seis cultivares de bananeira durante dois ciclos produtivos identificou, nas condições de seu estudo, que a cultivar BRS Conquista foi a mais produtiva na média entre ciclos produtivos (38,99 t/ha) em relação às cultivares Prata Anã, BRS Platina, BRS Tropical e a Maçã (27,82, 27,96, 23,05 e 22,21 t/ha, respectivamente).

Diante do exposto, observa-se que a bananicultura capixaba possui papel estratégico, tanto no aspecto econômico quanto social, especialmente pela sua forte vinculação à agricultura familiar e ampla presença territorial. Embora o Espírito Santo figure entre os principais estados produtores de banana no país, com relevante participação na área colhida e volume físico produzido, os indicadores de produtividade média e agregação de valor por meio da industrialização ainda revelam limitações ao pleno aproveitamento do potencial da cultura.

Esse cenário evidencia a necessidade de políticas públicas e ações voltadas à modernização das práticas produtivas e ampliação das oportunidades de mercado. Assim, o fortalecimento da cadeia produtiva da banana no estado demanda esforços integrados, que considerem tanto os aspectos técnicos quanto os sociais e ambientais, a fim de promover maior competitividade e sustentabilidade ao setor.

3.1.4 Principais cultivares de banana produzidas no Espírito Santo

Os primeiros plantios comerciais de banana no Espírito Santo ocorreram na década de 1960, como alternativa à erradicação das lavouras de café. Essa transição teve destaque na região centro-sul e centro-serrana, nos municípios de Alfredo Chaves, Cariacica, Domingos Martins, Iconha, Rio Novo do Sul, Santa Leopoldina e Viana, caracterizadas por maiores índices pluviométricos e solos de maior fertilidade. Nesse

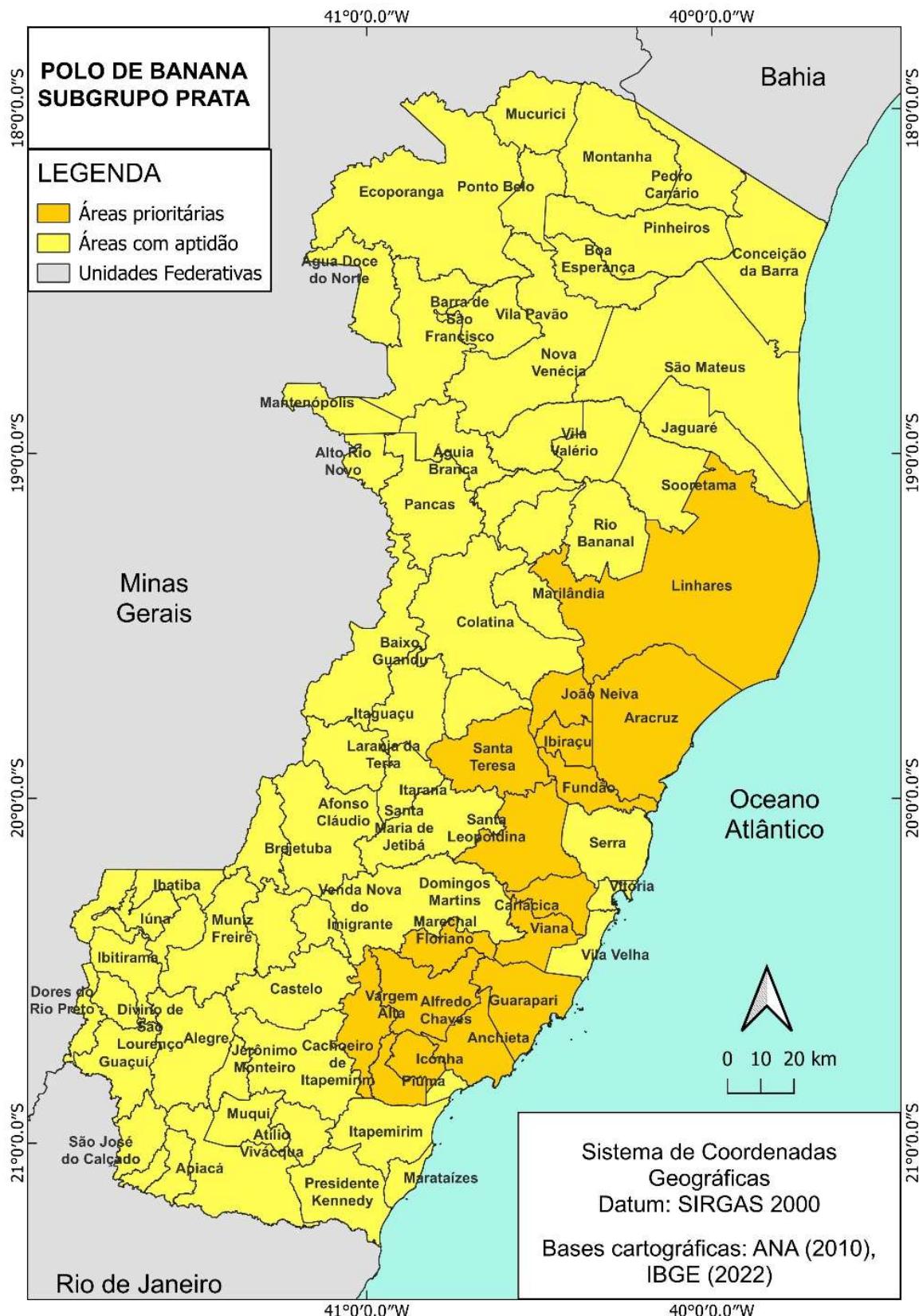
contexto introduziu-se, inicialmente, o cultivo do grupo Maçã, seguida pela posterior expansão com o grupo Prata, que gradualmente ganhou destaque no cenário produtivo estadual (Silva *et al.* 2016; Silva; Ventura, 2016).

Subgrupo é um termo utilizado na bananicultura para identificar um conjunto de cultivares originadas por mutação do mesmo genótipo (Silva; Lima Neto, 2012a). Galeano *et al.* (2022) afirmam que os principais subgrupos de banana cultivados no Espírito Santo são o Prata (com destaque para as cultivares Prata-Anã e Prata-Goiana), o Terra (voltado para o uso culinário), o Cavendish (destinado ao mercado atacadista) e o Maçã (de produção mais restrita devido à sua suscetibilidade a doenças). Não diferentemente do cenário estadual, a bananicultura brasileira é focada principalmente na produção do subgrupo Prata, que representa cerca de 70% da área cultivada no país (Amorim *et al.*, 2025).

As plantas do subgrupo Prata (AAB) apresentam poucas manchas escuras no pseudocaule, pecíolos com margens eretas, além de pigmentação brilhante na face interna das brácteas masculinas (Silva; Lima Neto, 2012a). Uma característica comum entre as cultivares desse subgrupo refere-se à sua morfologia (exceto pela altura, variável entre os genótipos) e as características da fruta (Scherer; Livramento; Sônego, 2024). Segundo estes autores, as principais cultivares deste subgrupo são a Prata Comum, Pacovan, Prata Santa Maria, Prata Ponta Aparada e Prata São Tomé.

O subgrupo Prata tem se destacado pela expressiva aceitação no mercado interno e por sua presença em diversas regiões do território capixaba, com lavouras conduzidas principalmente por agricultores familiares. Outro aspecto relevante se refere à sua adaptabilidade, com aptidão ao plantio em todos os municípios do estado, conforme indicado pelas classes de aptidão definidas para o Polo de Banana do subgrupo Prata (Figura 4).

Figura 4 - Identificação dos municípios do Polo da Banana do subgrupo Prata no Espírito Santo



Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Costa, Costa e Ventura (2007).

A identificação dos municípios inseridos no polo evidencia a elevada aptidão da cultura da banana do subgrupo Prata no Espírito Santo, com destaque para as áreas prioritárias que se estendem de Rio Novo do Sul a Linhares. Essa distribuição espacial revela a presença de fatores favoráveis ao cultivo como clima, acesso à infraestrutura e tradição agrícola. No entanto, mesmo em áreas com forte aptidão agrícola, observa-se a persistência de entraves agronômicos e socioeconômicos que limitam o desempenho da cultura, especialmente em regiões consolidadas, como observa-se em municípios do litoral sul capixaba. Esse cenário justifica a abordagem regionalizada adotada neste estudo, como discutido a seguir.

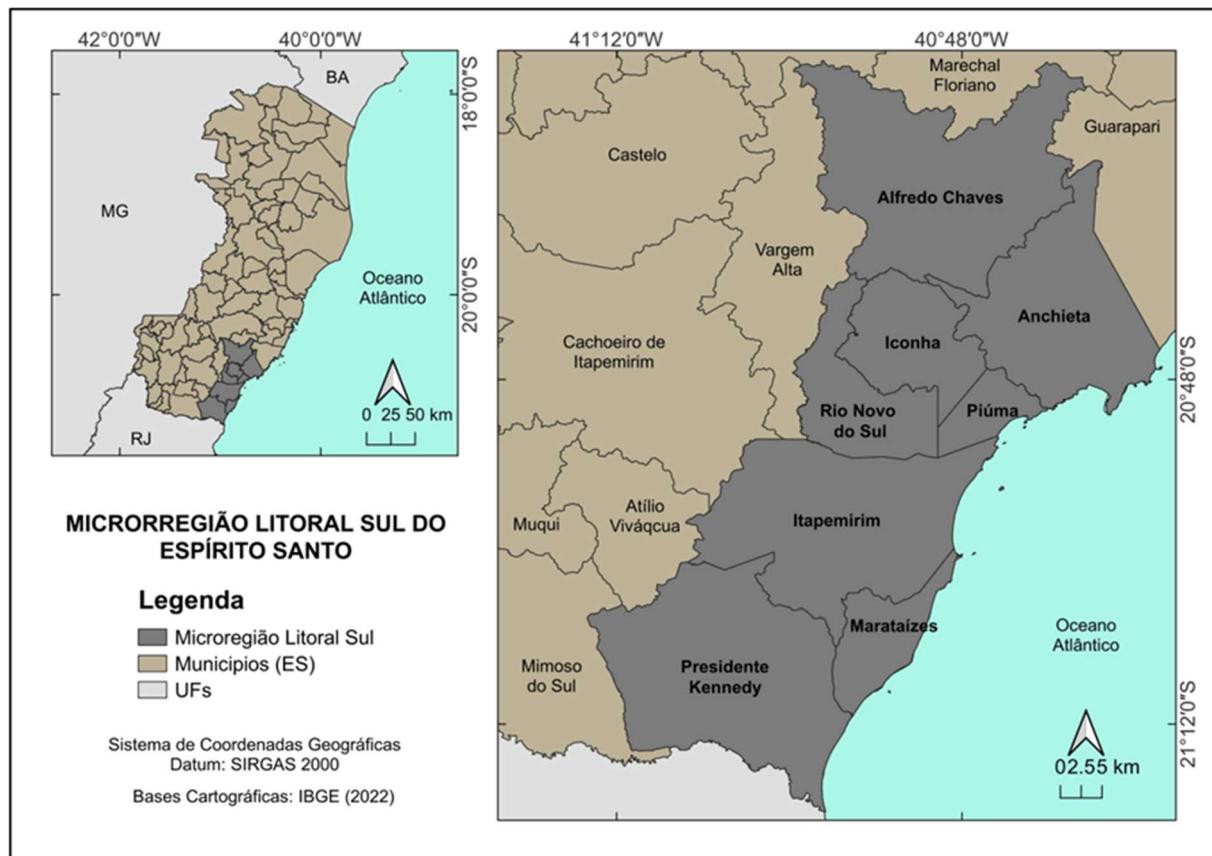
3.1.5 Perfil da bananicultura da microrregião Litoral Sul (MLS-ES)

A cadeia produtiva da banana no Espírito Santo apresenta características distintas entre suas principais regiões produtoras, refletindo a diversidade edafoclimática e socioeconômica do estado. Os polos de banana, por exemplo, são organizados de acordo com o subgrupo cultivado e as condições específicas de clima e solo, indicando uma especificidade da gestão da bananicultura (Costa; Costa; Ventura, 2007).

Diante dessa heterogeneidade, torna-se necessário uma análise regionalizada, considerando as especificidades entre as macro e microrregiões. Silva e Ventura (2016) destacam, nas regiões de encostas do centro e do sul capixaba, que a cultura da banana tem sido geralmente conduzida com baixa adoção de tecnologias e limitado uso de insumos. Em contrapartida, o norte do estado apresenta um cenário distinto: apesar do déficit hídrico, a introdução de sistemas de irrigação no final da década de 1980 impulsionou a modernização da fruticultura, promovendo o desenvolvimento de uma produção tecnificada em municípios como Linhares, Pinheiros e São Mateus (Dadalto; Baptista, 2016).

De acordo com a Lei Estadual nº 9.768/2011 e suas alterações contidas na Lei nº 11.174/2020 (Espírito Santo, 2011, 2020), a microrregião Litoral Sul - MLS-ES, é composta por 8 municípios, dentre os quais 5 possuem limites litorâneos (Anchieta, Piúma, Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy), além dos municípios de Alfredo Chaves, Rio Novo do Sul e Iconha (Figura 5).

Figura 5 - Localização da microrregião Litoral Sul do Espírito Santo - MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A MLS-ES ocupa 6,05% do território do Espírito Santo (IJSN, 2023), com Valor Adicionado Bruto - VAB da agropecuária de R\$ 532,98 milhões, correspondentes à 7,6% da participação da microrregião no VAB da agropecuária estadual em 2021 (IJSN, 2025).

Os municípios de Alfredo Chaves, Iconha e Rio Novo do Sul se destacam em área colhida e volume de produção de banana. A bananicultura na MLS-ES é diversificada, com predomínio de gestão familiar cultivando, majoritariamente, as variedades 'Prata' e 'Nanica', em áreas não irrigadas (Galeano *et al.*, 2022). Costa; Lazzarini e Ventura (2012) relatam que Alfredo Chaves, município de grande representatividade, possuía 80% de sua área cultivada com bananeiras do subgrupo Prata.

Dados do Painel Agro (INCAPER, 2025) mostram que apenas 3 municípios da MLS-ES (Alfredo Chaves, Iconha e Rio Novo do Sul) correspondem por 92,92% do total de banana produzida na MLS-ES e 91,99% do VPBA gerado nesta atividade. Alfredo Chaves destaca-se pela importância econômica atribuída à bananicultura, com

42,52% do VPBA regional, e Iconha possui 3.432 ha, a maior área colhida entre os municípios da MLS-ES (Tabela 3).

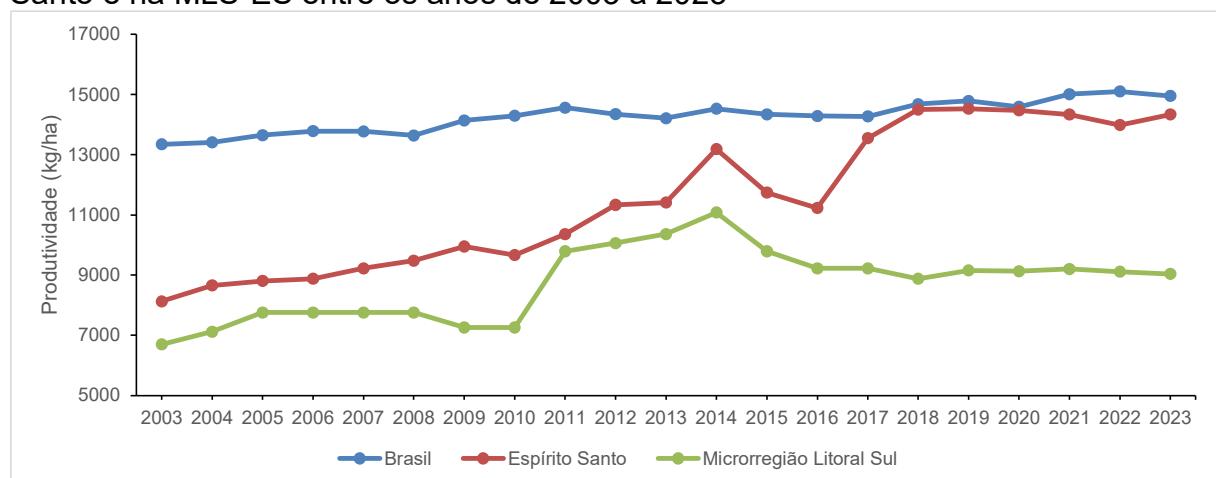
Tabela 3 - Área colhida, produção e valor da produção da bananicultura nos municípios da MLS-ES no ano de 2023

Município	Área colhida (ha)	Participação na área colhida (%)	Produção (t)	Participação na produção (%)	Valor da produção (R\$)	Percentual no valor de produção estadual (%)
Alfredo Chaves	3.200	34,09	44.800	43,53	56.101.472,00	36,41
Anchieta	850	9,06	6.800	6,61	11.244.276,00	7,30
Iconha	3.432	36,57	34.320	33,35	54.427.595,00	35,32
Itapemirim	40	0,43	200	0,19	367.460,00	0,24
Marataízes	3	0,03	19	0,02	67.690,00	0,04
Piúma	2	0,02	20	0,02	28.043,00	0,02
Presidente Kennedy	25	0,27	250	0,24	641.121,00	0,42
Rio Novo do Sul	1.834	19,54	16.506	16,04	31.204.123,00	20,25
Microrregião Litoral Sul	9.386	100,00	102.915	100,00	154.081.780,00	100,00

Fonte: INCAPER (2025).

Os números revelam que a bananicultura é a maior atividade em VBPA na MLS-ES (R\$ 154,08 milhões em 2023, representando 21,71% do total regional) ocupando a segunda área colhida (9.386 ha), atrás da cana-de-açúcar. Esses dados evidenciam a relevância da banana como atividade estruturante da economia regional, sobretudo entre os agricultores familiares. Apesar disso, a produtividade média registrada dos últimos 20 anos para a MLS-ES esteve inferior à média nacional e estadual (Figura 6).

Figura 6 - Evolução da produtividade média da cultura da banana no Brasil, no Espírito Santo e na MLS-ES entre os anos de 2003 a 2023



Fonte: IBGE (2024b).

A análise da evolução da produtividade da bananicultura entre 2003 e 2023 sugere uma estagnação nos índices da MLS-ES que, apesar de sua relevância econômica e territorial, apresenta rendimento médio significativamente inferior às médias estadual e nacional. O Espírito Santo, por sua vez, mostrou ganhos consistentes de produtividade, especialmente após o ano hidrológico 2014-2015, período em praticamente todo o estado enfrentou déficit hídrico (Ramos *et al.*, 2016). Após esse evento climático adverso, a produtividade na MLS-ES manteve-se em patamares estáveis e baixos, sugerindo limitações estruturais ou tecnológicas locais.

Essa defasagem é confirmada pelos dados municipais apresentados na Tabela 4, que evidenciam a baixa produtividade dos principais municípios produtores da MLS-ES. Se por um lado Iconha, Alfredo Chaves e Rio Novo do Sul representam 29,26% da área colhida estadual (29.103 t), por outro lado ambos os municípios registraram produtividade abaixo da média anual em 2023 (14,85 t/ha), revelando um cenário propício à investigação dos fatores limitantes da produção nesse território.

Tabela 4 - Área colhida, produção, produtividade média e ranqueamento da cultura da banana nos principais municípios do Espírito Santo no ano de 2023

Município	Área colhida (ha)	Produção (t)	Posição por área	Município	Produtividade (t/ha)	Posição por produtividade média
Iconha	3.482	34.820	1º	Laranja da terra	45,00	1º
Alfredo chaves	3.200	44.800	2º	Itaguaçu	39,88	2º
Guarapari	2.185	14.532	3º	Mucurici	28,00	3º
Rio Novo do Sul	1.834	16.506	4º	São Mateus	27,57	4º
Linhares	1.740	35.296	5º	Boa esperança	27,50	5º
Domingos Martins	1.425	27.495	6º	Alfredo Chaves	14,00	37º
Itaguaçu	1.155	46.070	7º	Iconha	10,00	51º
Santa Leopoldina	1.130	17.839	8º	Rio Novo do Sul	9,00	61º

Fonte: INCAPER (2025).

Nota: Em negrito os municípios da MLS-ES abrangidos na presente pesquisa.

É importante destacar que os dados estatísticos de produção utilizados, embora consistentes, não discriminam a produção entre os diferentes subgrupos de banana. Assim, municípios que possuem maior representatividade de cultivares dos subgrupos Cavendish ou Terra, como Laranja da Terra e Itaguaçu, tendem a apresentar médias de produtividade superiores em comparação àqueles predominantemente produtores do subgrupo Prata.

Ainda assim, o contraste apresentado evidencia a necessidade de aprofundar a identificação dos fatores limitantes da produção na MLS-ES, bem como de formular estratégias voltadas à realidade da agricultura familiar local, com foco em assistência técnica e extensão rural, acesso a crédito e modernização tecnológica.

Portanto, os desafios da bananicultura no contexto regional indicam a necessidade de intervenções em diversas áreas para o aumento da produtividade, incluindo melhorias estruturais, maior acesso às políticas públicas e adoção de tecnologias inovadoras. Esta síntese destaca os principais entraves enfrentados pelos bananicultores, indicando a necessidade de estudos que investiguem os fatores que podem influenciar, de forma significativa, o aumento da produtividade.

3.2 FATORES DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DA BANANA

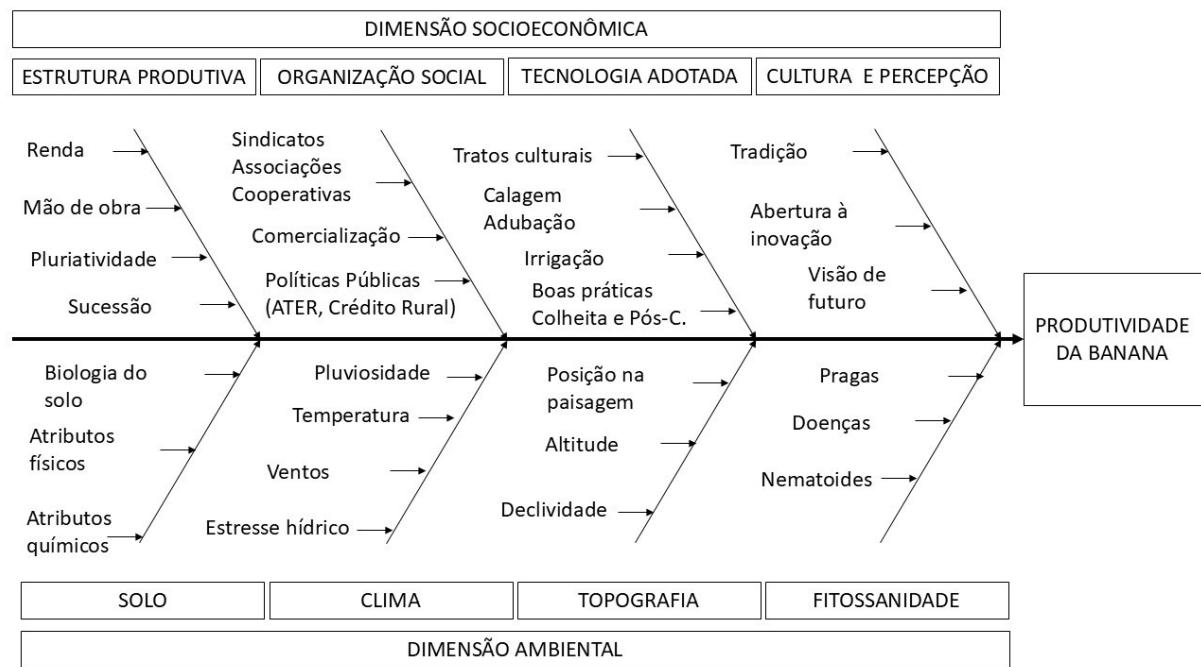
A produtividade da cultura da banana é resultado da interação complexa entre múltiplos fatores, que envolvem tanto aspectos socioeconômicos quanto ambientais. Borges e Souza (2004) os classificam como fatores internos e externos. Os fatores internos estariam ligados às características genéticas, enquanto os externos estariam correlacionados às condições edáficas, ambientais e bióticas, estando também associados à ação antrópica. Na dinâmica da produção agrícola, o aumento da produtividade está associado não apenas à adoção de tecnologias, mas também às economias de escala, que favorecem maior especialização no uso de recursos. Por outro lado, a diversificação é adotada como estratégia para reduzir riscos econômicos relacionados à concentração produtiva em poucas atividades (Amaro; Fidelis, 2021).

Para Baptistella, Coelho e Ghobril (2019), os principais problemas que afetam a bananicultura no país estão associados ao baixo potencial de produtividade, o porte elevado e a suscetibilidade às pragas e doenças de algumas variedades. De acordo

Guimarães *et al.* (2023), os principais fatores limitantes da produção de banana em Santa Catarina incluem a utilização de mudas com baixa qualidade genética e sanitária; a condução inadequada dos bananais; o manejo ineficiente de pragas e doenças; deficiências na correção da acidez e na fertilidade do solo; bem como práticas inadequadas de colheita e pós-colheita. No Espírito Santo, desafios semelhantes comprometem o desempenho da cultura da banana, especialmente no contexto da agricultura familiar.

O diagrama de causa e efeito (Figura 7) organiza visualmente os principais elementos que influenciam a produtividade da banana. Esse instrumento permite um melhor entendimento de como diferentes dimensões, dentre elas estrutura produtiva, organização social, tecnologia adotada, cultura e percepção dos produtores, além de variáveis ligadas ao solo, clima, topografia e fitossanidade, atuam de forma integrada afetando diretamente a produtividade, sendo um método utilizado na busca das raízes de problemas relacionados à produção (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

Figura 7 - Diagrama de causa e efeito dos fatores determinantes da produtividade da cultura da banana



Fonte: Elaborado pelo autor, conforme Slack, Brandon-Jones e Johnston (2008).

Diante da complexidade que envolve a produtividade da cultura da banana, torna-se necessário compreender os múltiplos fatores que interferem em seu desempenho, especialmente no contexto da agricultura familiar. Dessa forma, propõe-se uma

abordagem das principais dimensões que influenciam a produtividade da bananicultura, com ênfase nas dimensões socioeconômicas, ambientais e tecnológicas. A análise dessas dimensões contribui para uma compreensão integrada da realidade produtiva local, identificando possíveis estratégias que favoreçam o aumento da produtividade e a sustentabilidade da bananicultura.

Diversos estudos têm buscado compreender como os diferentes fatores de produção, incluindo as variáveis presentes nesta pesquisa (aspectos socioeconômicos, atributos do solo e adoção de tecnologias) afetam a sustentabilidade e a produtividade da bananicultura. Contudo, poucos abordam esses fatores de forma integrada. A seguir, apresenta-se uma síntese de pesquisas que, de diferentes perspectivas, tratam desses fatores, oferecendo contribuições relevantes para o embasamento desta investigação.

3.2.1 Aspectos socioeconômicos e tecnológicos na bananicultura

Oliveira (2003) investigou os níveis tecnológicos e os aspectos socioeconômicos da bananicultura irrigada em Mauriti-CE, desenvolvendo um índice tecnológico baseado em variáveis de produção, além das características socioeconômicas que influenciam a adoção de tecnologias. O estudo identificou que fitossanidade, irrigação e tratos culturais foram os principais componentes tecnológicos. Além disso, fatores como assistência técnica, foco na bananicultura, acesso ao crédito rural, escolaridade, posse da terra, renda, idade e residência na propriedade influenciaram positivamente a adoção de tecnologias.

Buscando compreender como fatores internos influenciam a tomada de decisão de agricultores familiares na produção de banana no Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Wives (2013) realizou a análise de dados de 53 entrevistas com agricultores familiares por meio de ferramentas de leitura de paisagem, estatística descritiva e análise multivariada por meio de análise de *Cluster*, agrupando variáveis semelhantes entre si em conjuntos. Os resultados apontaram a composição de quatro unidades distintas. Além disso, identificou-se que a organização dos sistemas de produção é influenciada pelas experiências pessoais e valores dos agricultores. Seis grupos de agricultores foram identificados com base em suas decisões, considerando a disponibilidade de recursos, sistema de informação e valores. A pesquisa corrobora para a importância

de considerar aspectos sociais inerentes à organização desses grupos em estudos sobre sistemas de produção.

No contexto da agricultura familiar, estudos como o de Soares *et al.* (2024) destacam a importância da adoção de práticas agrícolas operacionais e de pós-colheita como fatores determinantes para a redução de perdas e a melhoria da qualidade dos frutos. Ao avaliarem 37 produtores de banana D'Angola no município de Acrelândia-AC, os autores identificaram que as rotinas produtivas e os manejos empregados ainda apresentam amplo espaço para aprimoramento tecnológico, especialmente nas etapas de pós-colheita, onde falhas operacionais impactam diretamente na qualidade comercial da banana. O estudo reforça a necessidade de assistência técnica e capacitação adequadas, adaptadas à realidade local, como estratégia essencial para a melhoria da eficiência produtiva e para o aumento da renda dos agricultores.

A adoção de tecnologias são elementos centrais para a melhoria da eficiência produtiva na bananicultura. Silva, Lopes e Lira (2019) ao analisarem a gestão organizacional de uma propriedade produtora de banana no município de Pureza -RN, destacam a importância das boas práticas agrícolas. O estudo demonstra que ações como a eliminação da raquis masculina (popularmente conhecida como coração), desfolha, colheita seletiva, amostragem foliar e capina programada contribuem para o aumento da qualidade do produto final, ao mesmo tempo em que minimizam perdas pós-colheita e permitem melhor organização da comercialização.

Galeano *et al.* (2022) analisaram a cadeia produtiva da banana no Espírito Santo, identificando gargalos enfrentados pelos bananicultores dos quatro municípios capixabas mais representativos para a cultura (Alfredo Chaves, Iconha, Linhares e Rio Novo do Sul). Entre os principais entraves observados estão o baixo acesso à irrigação, à assistência técnica e ao crédito rural, além de deficiências na gestão da atividade e na infraestrutura de comercialização. A ausência de controle de custos por parte da maioria dos agricultores também indica fragilidades na gestão produtiva e econômica, comprometendo a eficiência e a sustentabilidade da atividade. Os autores propõem incentivos para a renovação de lavouras de banana; adoção de cultivares com maior produtividade e resistentes a pragas e doenças; transferência de tecnologias para o setor produtivo; e utilização de métodos de produção que resultem em maior produtividade e menor custo para o produtor.

3.2.2 Aspectos ambientais na bananicultura

Francisco *et al.* (2015) realizaram um zoneamento agroecológico no estado da Paraíba, avaliando a aptidão edáfica para o cultivo de banana, abacaxi, caju e coco-da-baía. A partir da sobreposição do mapa de solos ao plano estadual de recursos hídricos, o estudo revelou que uma parcela restrita do território apresentava aptidão plena para o cultivo dessas culturas. A baixa aptidão foi majoritariamente atribuída às limitações edáficas, destacando a importância da avaliação da qualidade e conservação dos solos na sustentabilidade da produção de frutas. O estudo recomendou o cultivo irrigado nessas áreas quando possível, e destacou a importância do uso racional do solo para a produção agrícola sustentável no estado.

Silva (2022) avaliou a aptidão agrícola para o cultivo de banana, caju e abacaxi no Rio Grande do Norte, desenvolvendo um índice de aptidão com base em dados primários e secundários. Através da análise dos dados, identificou-se as terras aptas para o cultivo destas frutas, com resultados positivos para as três culturas. O autor propõe que esse tipo de análise pode subsidiar políticas públicas de uso racional das terras e promover sistemas de produção mais sustentáveis nas regiões avaliadas.

Em estudo realizado sobre a fertilidade do solo e a nutrição de bananeiras do subgrupo Cavendish em Santa Catarina, Guimarães e Deus (2021) identificaram que os fatores nutricionais representam os principais limitantes da produtividade da cultura no estado. Os autores destacam que a ausência do uso sistemático de ferramentas como a análise química de solo e de tecido foliar na recomendação de calagem e adubação tem contribuído para desequilíbrios nutricionais nos pomares. Entre os nutrientes mais limitantes à produtividade estão o nitrogênio (N), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e boro (B), sendo que a produtividade média observada no estado corresponde a apenas 59,6% do potencial produtivo estimado.

Silva (2016) analisou os impactos do cultivo da banana nos atributos físicos e químicos do solo em comunidades rurais da Paraíba. Foram aplicados questionários e coletadas amostras de solo em diferentes posições de relevo e profundidades. Os resultados mostraram que embora a bananeira seja a principal fonte de renda local, a baixa produtividade está relacionada ao uso limitado de tecnologias e ao manejo inadequado do solo, sobretudo em áreas declivosas.

Faria (2020) avaliou a qualidade do solo sob diferentes sistemas de produção de banana e concluiu que o manejo característico da bananicultura, com elevada deposição de biomassa, contribui positivamente para o teor de matéria orgânica e para a qualidade física e microbiológica do solo. A autora sugere que, mesmo sob diferentes arranjos produtivos, os sistemas tendem a manter padrões relativamente homogêneos de qualidade edáfica, ao menos no caso da bananeira.

Na dimensão ambiental, os aspectos fitossanitários consistem em um dos principais fatores limitantes para produtividade da cultura da banana no Brasil. Conforme apontam Amorim *et al.* (2025), os desafios mais recorrentes da bananicultura nacional estão relacionados à incidência de pragas e doenças, com destaque para a broca-dorizoma (*Cosmopolites sordidus*), os nematoides e as doenças foliares causadas pelas sigatokas amarela e negra, que comprometem a área fotossintética e reduzem o potencial produtivo das plantas. Especial atenção é dada à murcha de fusarium (raça 1), também conhecida como Mal-do-Panamá, doença de difícil controle e que provoca danos expressivos, especialmente nas cultivares do subgrupo Prata amplamente cultivadas no país. A ausência de um método de controle químico ou biológico eficaz torna o Mal-do-Panamá uma ameaça constante à viabilidade dos bananais, exigindo medidas preventivas rigorosas e a adoção de estratégias integradas de manejo.

A presente revisão confirma que diversos fatores (sociais, tecnológicos e ambientais) influenciam a produtividade da bananicultura, especialmente na agricultura familiar. Apesar dos avanços em estudos isolados, há lacunas para abordagens integradas que considerem, simultaneamente, essas variáveis. Diante disso, esta pesquisa busca analisar, de forma integrada, os fatores determinantes da produtividade da banana na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo. A seguir, apresenta-se a metodologia adotada para compreender essa realidade e subsidiar estratégias que promovam maior eficiência produtiva e sustentabilidade no território estudado.

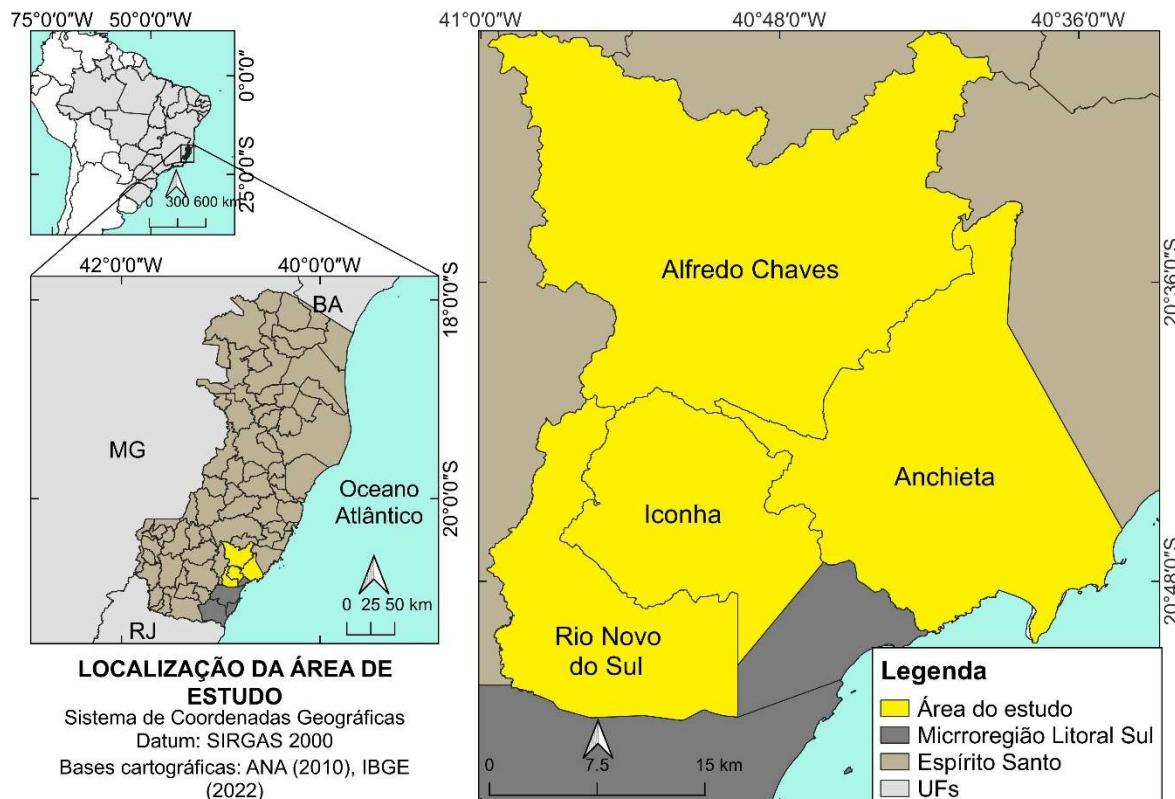
4 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa. A seção foi organizada em duas partes: a primeira trata da localização dos municípios estudados e dos critérios utilizados para sua seleção, além de uma breve caracterização climática; a segunda aborda os procedimentos metodológicos adotados, alinhados aos objetivos específicos.

4.1 LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS E CRITÉRIOS DE ESCOLHA

A pesquisa foi realizada na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo (MLS-ES), abrangendo quatro municípios: Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha e Rio Novo do Sul. A escolha desses municípios deve-se à maior representatividade no cultivo da bananeira do subgrupo Prata (Figura 8).

Figura 8 - Localização dos municípios em estudo pertencentes a MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Como a variável mais relevante do estudo consiste na produtividade, optou-se por analisar esses municípios que, apesar de apresentarem tradição no cultivo da bananeira e destacarem-se na produção do subgrupo Prata, historicamente registram níveis de produtividade abaixo da média estadual. Os dados da Tabela 5 ratificam essa afirmação (INCAPER, 2025). No entanto, cabe ressaltar que os números apresentados correspondem à todas cultivares de banana cultivadas nos respectivos municípios, não representando as informações específicas para o subgrupo Prata.

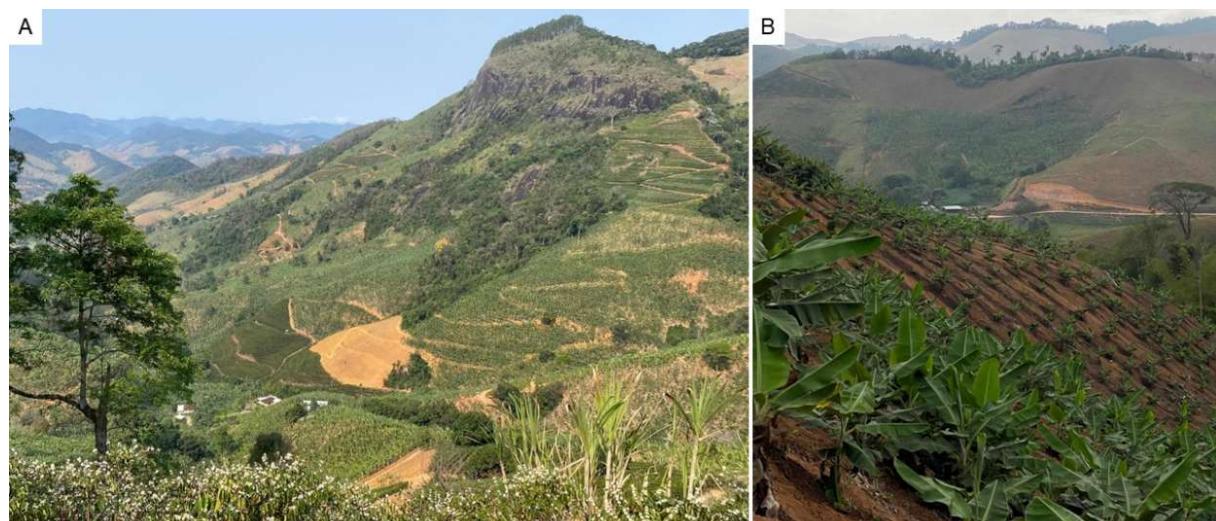
Tabela 5 - Área colhida, produção e produtividade da cultura da banana nos municípios pertencentes à MLS-ES no ano de 2023

Município	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t/ha)
Alfredo Chaves	3.200	44.800	14,00
Iconha	1.834	34.320	18,71
Rio Novo do Sul	1.065	16.506	15,50
Anchieta	785	6.800	8,66
Presidente Kennedy	40	300	7,50
Itapemirim	25	142	5,68
Piúma	3	30	10,00
Marataízes	3	19	6,33

Fontes: INCAPER (2025).

A MLS-ES é caracterizada pelo domínio morfoclimático “Mares de Morros” (Ab’Sáber, 2003). A Figura 9 ilustra as características geográficas presentes na região, tomando-se como referência o município de Alfredo Chaves.

Figura 9 – Paisagem (A) e padrões de uso do solo (B) em Alfredo Chaves, ES

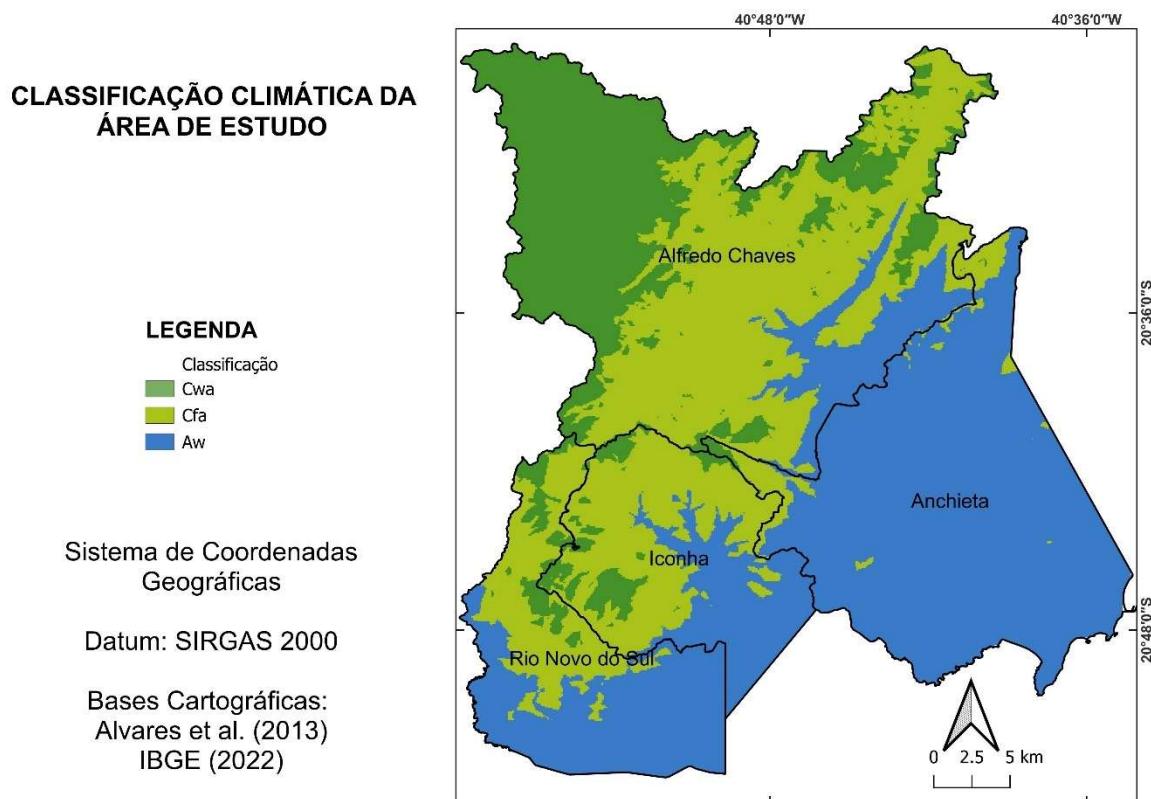


Fontes: Acervo do autor (2025).

O ambiente da área de estudo abrange morros e colinas com médias variações altitudinais, bem como áreas de várzea (Pereira *et al.*, 2022). Na Figura 9 A, observa-se a paisagem típica da região com relevo fortemente ondulado, predominância de áreas cultivadas nas encostas e presença de vegetação remanescente nos topos de morro. Já na Figura 9 B, nota-se o padrão de uso do solo com cultivo de banana em declividade acentuada.

A caracterização climática da MLS-ES é representada na Figura 10, com base no sistema de classificação de Köppen-Geiger, atualizado por Alvares *et al.* (2013).

Figura 10 - Classificação climática da MLS-ES, segundo Köppen-Geiger



Fonte: Elaborado pelo autor.

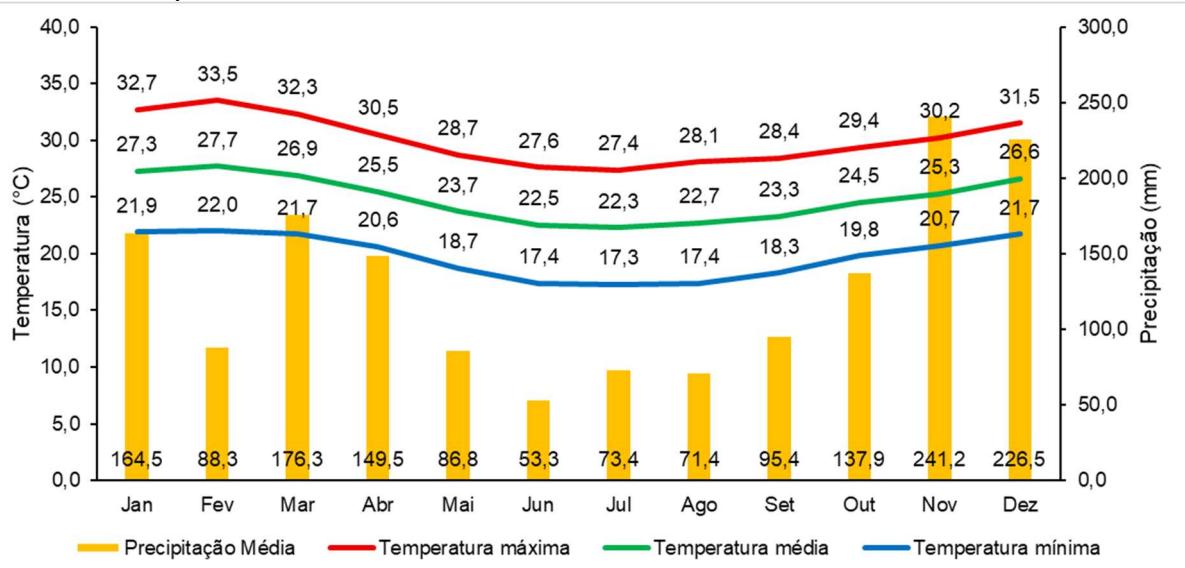
A MLS-ES apresenta três classes climáticas distintas. O clima predominante nas porções norte e central da área, incluindo partes dos municípios de Alfredo Chaves, Iconha e Rio Novo do Sul é o Cfa, caracterizado como clima subtropical úmido com inverno seco. Em áreas pontuais, especialmente em zonas de maior altitude, observa-se a ocorrência do clima Cwa, que corresponde ao clima subtropical úmido com precipitação bem distribuída ao longo do ano. Já a porção leste e costeira da região,

abrangendo principalmente o município de Anchieta e parte dos municípios de Iconha e Rio Novo do Sul, é dominada pelo clima Aw, definido como tropical com estação seca no inverno.

Para fins de caracterização dos dados de temperatura e precipitação pluviométrica dos municípios estudados, adotou-se como referência os dados do município de Alfredo Chaves, por apresentar a série histórica mais extensa e consistente.

Foram utilizadas informações de temperatura (período de 1977 a 2014) e precipitação (1984 a 2014), provenientes da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a única da MLS-ES pertencente à rede de estações convencionais do INCAPER, localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude 20,5967° S, longitude 40,7697° W e altitude de 16 metros acima do nível do mar (INCAPER, 2020). A Figura 11 apresenta a distribuição mensal da temperatura (máxima, média e mínima) e da precipitação pluviométrica média anual registradas na estação meteorológica descrita.

Figura 11 - Médias mensais de temperatura (°C) e precipitação pluviométrica (mm) para o município de Alfredo Chaves, ES



Fonte: Elaborado pelo autor com base nas séries históricas de 1977 a 2014 (temperatura) e 1984 a 2014 (precipitação). Base de dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER (2020).

A média anual de precipitação acumulada é de 1.564,5 mm, distribuída sazonalmente em dois períodos distintos. O período chuvoso compreende os meses de outubro a abril, totalizando 1.184,1 mm (75,68% do acumulado anual). Já o período menos chuvoso ocorre entre maio e setembro, com 380,4 mm (24,32% do total anual). A

temperatura média anual no município é de 24,9 °C. O mês mais quente é fevereiro, com média de 27,7 °C, enquanto a menor média ocorre em julho, com 22,3 °C.

Do ponto de vista sazonal, o trimestre mais quente ocorre geralmente entre janeiro e março, destacando-se fevereiro por apresentar a maior amplitude térmica. Por outro lado, o trimestre mais frio compreende aos meses de junho a agosto, sendo que a menor amplitude térmica é observada nos meses de abril e maio.

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada neste estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e descritiva, voltada à identificação e análise de variáveis relacionadas aos fatores sociais, tecnológicos e ambientais - atributos de solo que influenciam a produtividade da bananicultura do subgrupo Prata, na MLS-ES.

Segundo Gil (2008), pesquisas exploratórias objetivam proporcionar maior familiaridade com um problema para torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Já as pesquisas descritivas têm como objetivo a caracterização sistemática de um fenômeno ou a relação entre variáveis.

De acordo com Wives (2013), para compreender a realidade rural é necessário adotar uma abordagem ampla e holística do objeto de estudo, considerando as inter-relações de causa e efeito entre os diferentes elementos que compõem essa realidade. Isso permite captar a complexidade do meio rural sem perder de vista suas especificidades nem a noção global dos fenômenos. Nesse sentido, Campolin (2005) ressalta que diante da atuação simultânea de múltiplas variáveis, a tentativa de isolar algumas delas pode limitar o enfoque da pesquisa, dificultando a compreensão da dinâmica do sistema como um todo.

A seguir, apresentam-se os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, organizados de acordo com os objetivos específicos e suas respectivas relações com as dimensões da sustentabilidade (Quadro 1).

Quadro 1 - Relação entre os objetivos específicos da pesquisa, os procedimentos metodológicos adotados e as dimensões da sustentabilidade consideradas na análise

Dimensão	Objetivos Específicos	Procedimentos
Socioeconômica	1- Caracterizar o contexto socioeconômico da bananicultura do subgrupo Prata na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo - MLS-ES, identificando os principais aspectos estruturais, culturais e produtivos nos municípios de maior representatividade.	<ul style="list-style-type: none"> • Amostragem e seleção de produtores de banana do subgrupo Prata; • Aplicação de questionário estruturado; • Tratamento de dados coletados; • Análise descritiva dos resultados.
Tecnológica	2 - Identificar as tecnologias adotadas pelos agricultores da área de estudo, no cultivo da bananeira Prata, analisando sua influência na produtividade.	
Ambiental	3 - Diagnosticar os atributos químicos e granulométricos dos solos das áreas estudadas, avaliando sua influência na produtividade da banana subgrupo Prata.	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de solo e dados geográficos nas áreas cultivadas com banana subgrupo Prata; • Análise química e granulométrica das amostras de solo sob cultivo da banana subgrupo Prata coletadas nos talhões selecionados; • Tratamento de dados coletados; • Análise descritiva dos resultados.
Socioeconômica Tecnológica e Ambiental	4 - Analisar as correlações entre os fatores socioeconômicos, tecnológicos e atributos de solo com os níveis de produtividade levantados nas áreas estudadas. 5 - Compreender as percepções dos agricultores sobre os fatores limitantes e as demandas para o aumento da produtividade da banana do subgrupo Prata.	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamento de dados coletados; • Análise multivariada dos resultados. <ul style="list-style-type: none"> • Aplicação de questionário estruturado; • Tratamento de dados coletados; • Análise descritiva dos resultados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.1 Critérios para definição da amostragem das propriedades rurais

Buscando atender os objetivos específicos, inicialmente optou-se por focar as análises nas áreas com bananas do subgrupo Prata, tendo em vista sua predominância nos municípios estudados. Galeano *et al.* (2022) identificaram que as cultivares do subgrupo Prata são produzidas por 51,78% dos bananicultores de sua amostra, confirmando maior representatividade e aplicabilidade ao estudo.

Nesse universo, estabeleceu-se que a pesquisa englobasse produtores com perfil mais representativo para realidade da bananicultura regional. Os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2017) revelam que 87,24% dos produtores de banana desses municípios são enquadrados no segmento da agricultura familiar (Tabela 6).

Tabela 6 - Número de estabelecimentos produtores de banana segundo o enquadramento na agricultura familiar nos municípios selecionados para o estudo

Município	Agricultura não familiar	Agricultura familiar
Alfredo Chaves	131	923
Anchieta	62	189
Iconha	80	646
Rio Novo do Sul	26	286
Total	299	2044

Fonte: IBGE (2017).

Segundo o Decreto nº 9.064/2017 (Brasil, 2017), que regulamenta a Lei nº 11.326/2006 (Brasil, 2006), considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo;
- IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Tais critérios reforçam a relevância metodológica de considerar esse grupo como foco prioritário da análise.

A amostragem foi definida com base no total de estabelecimentos agropecuários produtores de banana presentes na MLS-ES, de acordo com o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017).

Para fins didáticos, partiu-se inicialmente de uma amostra de população n infinita (Triola, 2005), sendo que o tamanho da amostra n é obtido a partir da equação 1, onde Z é o valor crítico da distribuição normal padronizada para o nível de confiança de 90% ($Z=1,96$), σ o desvio-padrão e E a margem de erro.

$$n = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{E}\right)^2 \quad \text{Eq. 1}$$

Considerando que o tamanho da população N da presente pesquisa é considerado finito, foi necessário modificar a margem de erro E , com a inclusão de um fator de correção conforme a equação 2.

$$E = Z \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad \text{Eq. 2}$$

Foi aplicado o fator de correção sempre que $n > 0,05N$. Com essa inclusão, o tamanho da amostra foi dimensionado com base na equação 3.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{E^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot \sigma^2} \quad \text{Eq. 3}$$

A partir da equação 3, foram calculados o número da amostra.

Para a definição do número de estabelecimentos/talhões com produção de banana do subgrupo Prata amostrados por município, adotou-se a distribuição proporcional ao número de estabelecimentos agropecuários daquele município em relação ao número de estabelecimentos agropecuários com cultivo de banana do subgrupo Prata da MLS-ES. Esta amostragem por estratificação buscou garantir a representatividade

estatística da amostra em relação à realidade produtiva de cada município da MLS-ES.

Os municípios de Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha e Rio Novo do Sul respondem por 98,28% dos estabelecimentos agropecuários dedicados à bananicultura e 99,16% da área cultivada na MLS-ES. Dessa forma, definiu-se 66 estabelecimentos nestes 4 municípios, conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7 - Distribuição dos estabelecimentos, área total cultivada com banana do subgrupo Prata e número de amostras por município da MLS-ES

Município	Número de estabelecimentos	Percentual de estabelecimentos na MLS-ES	Área total (ha)	Percentual de área na MLS-ES	Nº amostras
Alfredo Chaves	1.054	44,21	5.964	51,38	28
Anchieta	251	10,53	591	5,09	10
Iconha	726	30,45	3.412	29,39	17
Rio Novo do Sul	312	13,09	1.544	13,30	11
Total	2.343	98,28	11.511	99,16	66

Fonte: IBGE (2017).

4.2.2 Caracterização socioeconômica da bananicultura

Para atender o objetivo específico 1, adotou-se a aplicação de questionário estruturado utilizados durante pesquisa de campo direta. As perguntas foram organizadas conforme o objetivo proposto, buscando uniformidade na coleta de informações. A padronização, por meio de questões fechadas, teve como finalidade obter respostas comparáveis entre os participantes e possibilitar a análise conjunta dos dados, de modo a “permitir que todas elas fossem comparadas com o mesmo conjunto de perguntas” (Marconi; Lakatos, 2017).

Por se tratar de uma pesquisa com participação de seres humanos, o referido trabalho foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Ifes (CEP/Ifes), visando a obtenção da autorização ética para sua execução (CAAE: 84587124.5.0000.5072, Parecer nº: 7.480.376).

O questionário abrangeu variáveis quantitativas e qualitativas relacionadas à identificação do talhão amostrado e às características socioeconômicas dos 66 produtores de banana participantes da pesquisa, bem como a análise da perspectiva de cada entrevistado sobre a qualidade de vida e sucessão familiar (Apêndices A e B, respectivamente). A aplicação dos questionários foi realizada entre os meses de abril e maio de 2025.

4.2.3 Tecnologias adotadas e percepções dos bananicultores

O mesmo procedimento metodológico adotado na seção anterior foi estabelecido para atender o objetivo específico 2 e 5. A principal diferença nesta etapa diz respeito ao objeto de estudo que, nesse caso, consistiu nos 66 talhões representativos da produção de banana do subgrupo Prata em cada estabelecimento agropecuário amostrado. Assim, o questionário foi direcionado aos aspectos relacionados à produção da bananeira e à adoção de tecnologias, visando identificar os principais gargalos associados aos aspectos tecnológicos.

Para a análise das variáveis relacionadas à Identificação das tecnologias adotadas pelos bananicultores da área de estudo, foram utilizadas questões adaptadas de Oliveira (2003). O instrumento incluiu 27 perguntas fechadas, distribuídas entre os seguintes fatores tecnológicos: origem das mudas, irrigação, adubação, tratos culturais, fitossanidade, colheita e pós-colheita.

Além disso, o questionário contemplou a percepção dos bananicultores sobre outros aspectos relevantes da bananicultura como comercialização, além de percepções sobre fatores que influenciam a produtividade e demandas tecnológicas relacionadas à cultura da banana do subgrupo Prata (Apêndice B).

Para atender estes pontos, foram inseridas no questionário estruturado perguntas voltadas à identificação das percepções dos agricultores sobre os fatores que mais impactam negativamente a produtividade da banana do subgrupo Prata, bem como sobre suas principais demandas para a melhoria da atividade. Cada entrevistado pôde indicar até três fatores considerados limitantes e até três demandas prioritárias. As respostas foram tabuladas e analisadas por frequência, sendo representadas

graficamente por meio da ferramenta *Treemap*, permitindo a visualização hierárquica e comparativa dos dados (Soares, 2020).

4.2.4 Diagnóstico dos atributos de solo dos talhões amostrados

Para atender ao objetivo específico 3, foram realizadas coletas de solo e o georreferenciamento dos dados de localização geográfica dos 66 talhões cultivados com banana do subgrupo Prata, definidos na amostra da pesquisa (Apêndice C). Os procedimentos desta etapa foram realizados entre os meses de maio e outubro de 2024.

A coleta das amostras de solo seguiu os critérios descritos por Prezotti (2013). Por se tratar de uma pesquisa participativa, a escolha dos talhões foi realizada com o apoio direto dos produtores rurais. Em todos os 66 estabelecimentos agropecuários buscou-se padronizar os talhões com base nas seguintes características: áreas comerciais com cultivares do subgrupo Prata, em fase de plena produção e conduzidas, predominantemente, em sistema de monocultivo.

O diagnóstico da fertilidade e da textura do solo de cada talhão foi realizado a partir de uma amostra composta, oriunda de 10 amostras simples. Considera-se amostra simples o volume de solo coletado em cada ponto individual da área.

A ferramenta utilizada foi um trado do tipo holandês, com caçamba de 0,20 m de comprimento e três polegadas de diâmetro. De acordo com Guarçoni *et al.* (2007), o aumento do volume de amostras simples, mantida a mesma profundidade de coleta, contribui para a redução da variabilidade na estimativa das características químicas da fertilidade do solo.

O caminhamento utilizado durante a coleta foi aleatório, em zigue-zague (Figura 12 A). As amostras simples foram coletadas na profundidade de 0 – 0,20 m, na projeção da copa da bananeira, especificamente ao lado da planta mais jovem (neta), a uma distância aproximada de 0,30 m do pseudocaule (Figura 12 B).

Figura 12 - Caminhamento durante a coleta de amostras de solo (A) e local de coleta das amostras simples (B)



Fontes: (A) Google Earth (2025), adaptado pelo autor; (B) Acervo do autor (2025).

Durante a coleta das amostras simples, realizou-se o georreferenciamento dos pontos amostrados utilizando o aplicativo gratuito C7 GPS Dados, desenvolvido pelo Projeto CR Campeiro (UFSM, 2024), compatível com smartphones. Esse aplicativo permite o registro das coordenadas geográficas dos pontos de interesse, como os talhões amostrados, e fornece informações como a constelação de satélites conectados, intensidade do sinal e armazenamento dos dados nos formatos .txt e .kml, compatíveis com softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). As informações coletadas incluíram coordenadas de latitude e longitude, além de coordenadas projetadas no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), zonas Norte e Leste, e altitudes geométricas, todas ajustadas ao sistema de referência *World Geodetic System 1984* (WGS 84) ou seja, Sistema Geodésico Mundial de 1984.

Após a etapa de coleta, as amostras compostas foram devidamente identificadas por meio de formulário estruturado (Apêndice A), no qual foram registradas as principais características geográficas e agronômicas dos talhões. As informações levantadas incluíram: cultivar implantada, idade da lavoura, espaçamento de plantio, tipo de fertilizantes utilizados na implantação e manutenção da cultura, tratos culturais,

produtividade média da área, práticas de manejo adotadas, entre outros dados relevantes de cada talhão amostrado.

Posteriormente, as amostras foram encaminhadas a um laboratório de análise de solos certificado, conforme normas vigentes, onde foram avaliados os atributos químicos e granulométricos. Os parâmetros químicos determinados incluíram: pH em água na relação de 1:2,5 (solo:água), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), sódio (Na^+), alumínio (Al^{3+}), fósforo (P disponível), ferro (Fe^{2+}), zinco (Zn^{2+}), cobre (Cu^{2+}), manganês (Mn^{2+}), enxofre (S-SO_4^{2-}), boro (B), acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) e matéria orgânica (MO). A partir dos dados analíticos foram calculadas a soma de bases (SB), a saturação de bases (V%), a saturação por alumínio (m%), a capacidade de troca de cátions - CTC efetiva (t), a CTC a pH 7,0 (T), relações as Ca:Mg, Ca:K, K:Mg, o índice de saturação sódio (INa) e percentuais de saturação de H, de Ca, Mg e K na CTC.

Na análise granulométrica foram determinados os teores de areia, silte e argila. Todas as análises laboratoriais seguiram as metodologias descritas por Raij *et al.* (2001) e Teixeira *et al.* (2017).

4.2.5 Tratamento e análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram tabulados utilizando o programa *Excel* (Microsoft corporation, 2025). O processamento de dados foi realizado no *software R* (R Core Team, 2025), sendo organizados dentro de uma planilha eletrônica.

Para as variáveis qualitativas, como respostas de múltipla escolha relacionadas a práticas de manejo, por exemplo, procedeu-se à transformação em variáveis binárias (0 e 1), de modo a possibilitar análises comparativas entre categorias. Já as variáveis quantitativas como área cultivada, produção, produtividade e atributos químicos do solo, foram tratadas por meio de estatística descritiva adotando suas respectivas unidades de grandeza.

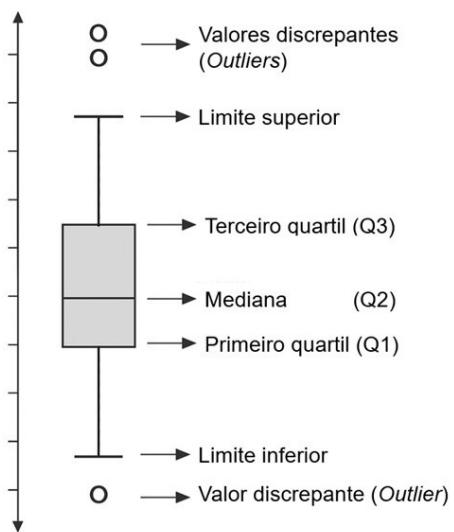
Especificamente, as coordenadas geográficas e projetadas foram recalculadas para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas 2000 (SIRGAS 2000), enquanto as altitudes geométricas foram convertidas para altitudes físicas ou normais, utilizando

o modelo de conversão hgeoHNOR2020 (IBGE, 2024a). Tais procedimentos e a elaboração de mapas utilizados neste trabalho foram realizados no programa computacional Sistema de Informação Geográfica QGIS 3.34.9 'Prizren' (QGIS Development Team, 2025).

A análise dos dados foi realizada utilizando estatística descritiva, modelos de regressão linear múltipla e análise de componentes principais (ACP). Esta abordagem permite uma compreensão abrangente de relação dos fatores sociais, das práticas de manejo do solo, de adoção tecnológica e outros fatores importantes que influenciam a produtividade de banana na MLS-ES. A seguir são detalhados os métodos de análise que foram empregados de acordo com os objetivos propostos.

A estatística descritiva foi utilizada na caracterização socioeconômica da bananicultura do subgrupo Prata na MLS-ES e na identificação de seus aspectos tecnológicos (Objetivos 1 e 2). Para tal finalidade, foram calculadas medidas de tendência central, dentre elas a média e a mediana para as variáveis quantitativas. Além disso, foram adotadas medidas de dispersão como desvio-padrão para avaliar a variabilidade dos dados. Para atender o objetivo 3 e subsidiar, principalmente, a análise comparativa dos atributos de solo entre os municípios, elaborou-se gráficos *boxplot*, permitindo identificar padrões de variabilidade e diferenças de tendência central. A Figura 13 ilustra os valores mínimos e máximos (desconsiderando *outliers*), a mediana (um valor de medida de central), o primeiro e terceiro quartil (medidas de variabilidade) e possíveis valores discrepantes (*outliers*).

Figura 13 - Representação gráfica de um *boxplot* utilizado na estatística descritiva



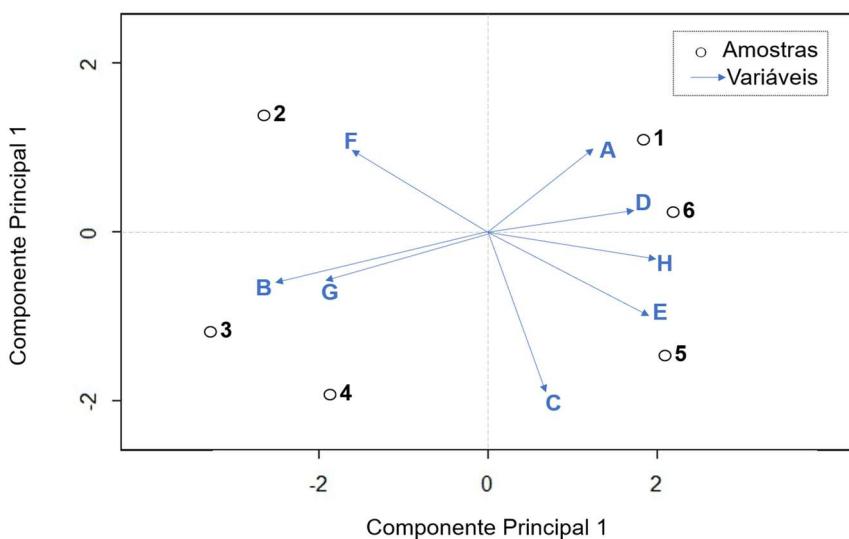
Fontes: Elaborado pelo autor.

Visando atender o objetivo 4, tanto as variáveis qualitativas transformadas quanto as quantitativas foram utilizadas em modelos de regressão linear múltipla e na ACP, de forma a integrar os fatores socioeconômicos, tecnológicos e ambientais que influenciam a produtividade.

Objetivando identificar as variáveis que explicassem a produtividade de forma significativa, com maior poder explicativo sobre a produtividade observada nas propriedades amostradas, foi ajustado um modelo de regressão linear múltipla e aplicada a análise de variância (ANOVA).

A ACP foi utilizada como técnica estatística multivariada com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar padrões de correlação entre as variáveis avaliadas. Segundo Costa Filho, Campos e Lemos (2023), tal método é usado por meio de combinações lineares das variáveis originais que sejam independentes entre si e expliquem o máximo da variância total dos dados. Essa técnica permite condensar a informação contida em um conjunto de variáveis originais em um número menor de componentes, denominados componentes principais, que explicam a maior parte da variabilidade existente nos dados, exemplificado na Figura 14.

Figura 14 - Representação gráfica de uma análise de componentes principais (ACP)



Fontes: Elaborado pelo autor.

No *biplot* resultante da ACP, as amostras (por exemplo, estabelecimentos agropecuários identificados de 1 a 6) são representadas por pontos, enquanto as variáveis aparecem como vetores (setas), identificadas por letras de A a H. Os eixos, Componente 1 e Componente 2, correspondem às combinações lineares das variáveis originais que explicam, respectivamente, as maiores proporções da variância total.

A direção e o comprimento dos vetores indicam o grau de contribuição de cada variável para os componentes principais. Vetores mais longos refletem maior influência sobre a variabilidade dos dados, enquanto vetores próximos à origem indicam menor contribuição. Vetores que formam ângulos agudos entre si representam correlação positiva, ao passo que aqueles em direções opostas indicam correlação negativa entre as variáveis.

A distribuição das observações no plano bidimensional permite identificar semelhanças e diferenças entre as unidades analisadas. Observações próximas entre si possuem perfis semelhantes em relação às variáveis estudadas, enquanto aquelas mais distantes apresentam características distintas.

Essa técnica foi empregada para compreender a estrutura multivariada dos dados e identificar os padrões associados à variabilidade observada, contribuindo para a

interpretação integrada das variáveis socioeconômicas, tecnológicas e de atributos do solo que influenciam a produtividade da cultura da banana subgrupo Prata nos municípios estudados da MLS-ES.

A combinação desses instrumentos de análise permitiu uma compreensão abrangente e detalhada dos dados da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados e discutidos os principais resultados obtidos a partir da aplicação dos instrumentos metodológicos adotados, estruturados com base nas dimensões socioeconômica, tecnológica e ambiental, conforme os objetivos específicos da pesquisa. A análise contempla aspectos socioeconômicos, tecnológicos e de atributos de solo dos estabelecimentos agropecuários avaliados, com objetivo de compreender os fatores que influenciam a produtividade da cultura da banana do subgrupo Prata na microrregião Litoral Sul do Espírito Santo (MLS-ES). Na última subseção realiza-se uma análise integrada desses fatores. A interpretação dos dados é feita com base na literatura científica, buscando evidenciar as relações entre as variáveis estudadas.

5.1 DIMENSÃO SOCIOECONÔMICA

5.1.1 Caracterização socioeconômica da bananicultura na MLS-ES

Para analisar o perfil dos bananicultores da MLS-ES fundamentou-se, inicialmente, nos critérios legais estabelecidos para definição da agricultura familiar, conforme o Decreto nº 9.064/2017, que regulamenta a Lei n.º 11.326/2006 (Brasil, 2006; Brasil, 2017), considerando a importância dessa categoria para contextualização socioeconômica da bananicultura na região.

Para fins de análise da estrutura fundiária, adotou-se o conceito de estabelecimento em detrimento do conceito de imóvel rural.

Estabelecimento: unidade territorial, contígua ou não, à disposição da Unidade Familiar de Produção Agrária - UFPA, sob as formas de domínio ou posse admitidas em lei (Brasil, 2006).

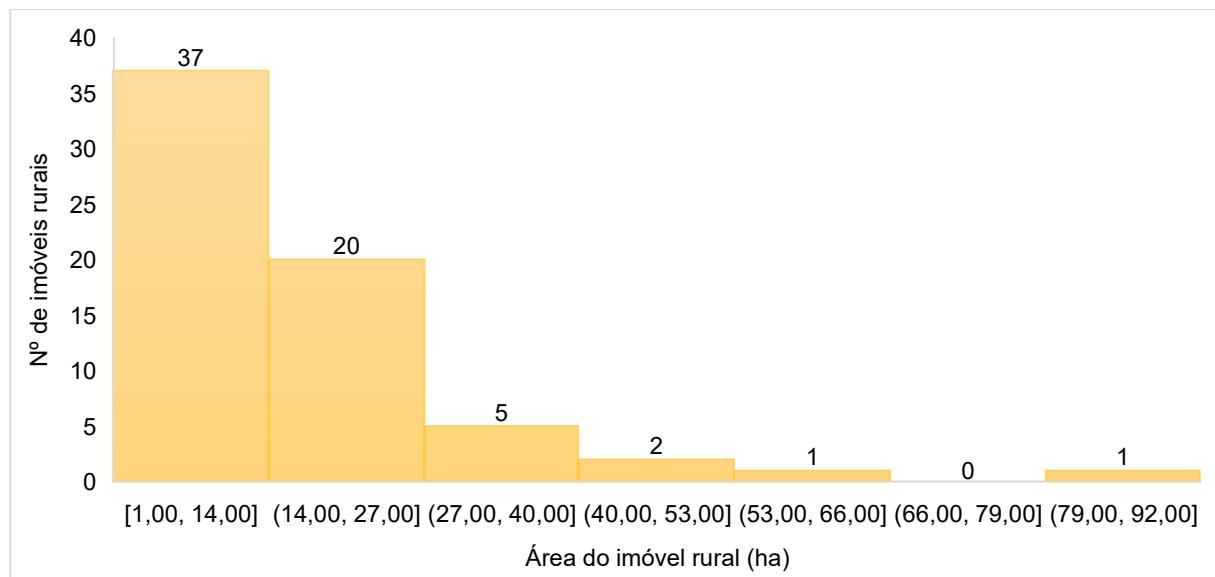
Imóvel Rural: área contínua, qualquer que seja a sua localização, que se destine ou possa se destinar à exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial; (Brasil, 1993).

Outro conceito importante nessa seção refere-se à definição de módulo fiscal:

Módulo fiscal: unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município levando-se em conta: (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal); (b) a renda obtida no tipo de exploração predominante; (c) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada; (d) o conceito de "propriedade familiar" (Brasil, 1964).

Quanto ao tamanho dos estabelecimentos (Figura 15), observou-se uma predominância (56,06%) de propriedades abaixo de 14,0 ha, portanto menores que o módulo fiscal definido para os municípios da região: Anchieta (16,0 ha), Alfredo Chaves e Iconha (18,0 ha) e Rio Novo do Sul (20,0 ha). No caso em que esses estabelecimentos correspondem a uma propriedade rural, conforme o Código Civil Brasileiro (BRASIL, 2002), estas são classificadas como pequenas propriedades quando possuírem área de até quatro módulos fiscais, respeitada a fração mínima de parcelamento (Brasil, 1993).

Figura 15 - Distribuição dos estabelecimentos rurais quanto ao tamanho da área entre os produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nota: Valores entre colchetes no eixo x indicam os intervalos de área (ha).

A menor área registrada foi de 1 ha, inferior à fração mínima de parcelamento definida para os municípios da região (2,0 ha). Porém, trata-se de uma área em regime de comodato. Apenas um estabelecimento possui área superior a 4 módulos fiscais,

classificado como média propriedade, portanto, acima do critério estabelecido de tamanho de área para a agricultura familiar (Brasil, 2017). Dessa forma, a ampla maioria dos estabelecimentos analisados se enquadra nos critérios de área da agricultura familiar, considerando-se o limite de até quatro módulos fiscais.

De forma semelhante aos resultados obtidos neste estudo, Galeano *et al.* (2022) observaram que a maior parte das propriedades produtoras de banana possui pequenas dimensões, concentrando-se entre 5,10 e 10,0 ha, enquanto apenas uma fração reduzida ultrapassa 60,0 ha. Segundo os autores, essa configuração evidencia o predomínio de sistemas produtivos de base familiar, nos quais a limitação de área influencia diretamente a escala de produção e o uso de tecnologias. Wives (2013) identificou a predominância de agricultores com áreas reduzidas em seu estudo, sendo 79,0% com até 5,0 ha e apenas 4,0% com 10,0 ha ou mais. Segundo o autor, essa limitação de escala impõe desafios à sustentabilidade econômica das propriedades, exigindo estratégias de gestão eficientes para viabilizar a manutenção da atividade agrícola em unidades produtivas de base familiar. Salvador e Almeida (2023) relataram que as propriedades produtoras de banana no litoral norte de Santa Catarina são conduzidas em áreas de cultivo variando de 7,0 a 10,0 hectares, com predominância de integrantes da família na atividade. Tais resultados reforçam que a bananicultura, em diferentes regiões do país, mantém-se fortemente associada à agricultura familiar.

Os dados apresentados na Tabela 8 corroboram o cenário de predominância de sistemas produtivos familiares entre os municípios estudados.

Tabela 8 - Estatística descritiva da área dos estabelecimentos rurais amostrados cultivados com banana subgrupo Prata nos municípios da MLS-ES

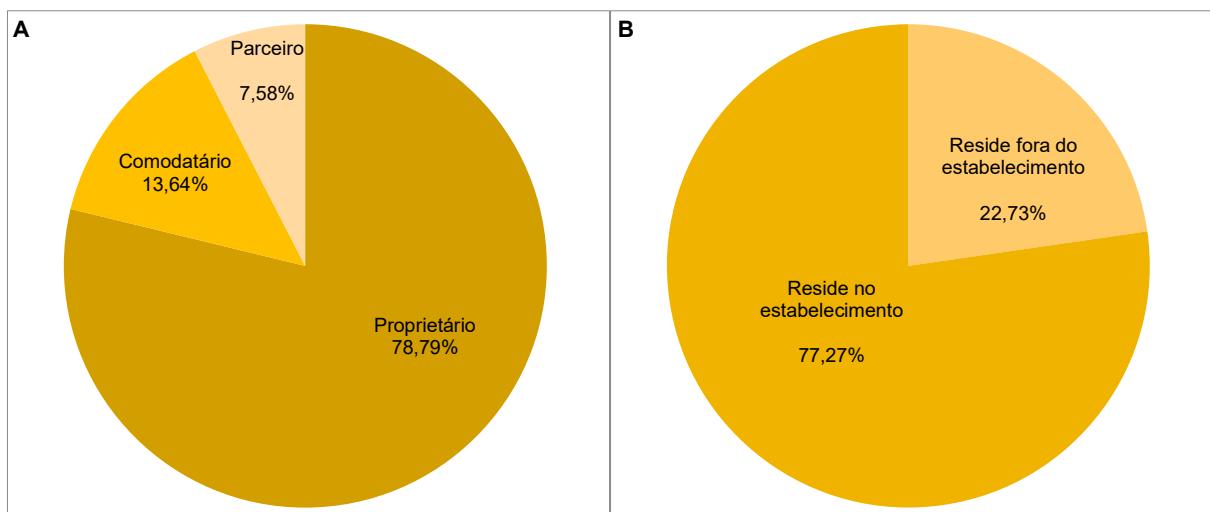
Município	Tamanho do módulo fiscal (ha)	Mediana		Desvio-Padrão		Mínimo		Máximo	
		Área (ha)	Módulos fiscais	Área (ha)	Módulos fiscais	Área (ha)	Módulos fiscais	Área (ha)	Módulos fiscais
Alfredo Chaves	18,00	14,52	0,81	16,95	0,94	1,00	0,06	82,30	4,57
Anchieta	16,00	8,08	0,51	7,54	0,47	2,40	0,15	29,50	1,84
Iconha	18,00	5,78	0,32	8,80	0,49	2,00	0,11	29,00	1,61
Rio Novo do Sul	20,00	16,94	0,85	15,42	0,77	2,00	0,10	58,10	2,91

Fonte: Elaborado pelo autor.

A área dos estabelecimentos rurais amostrados apresentou variação entre os municípios. As medianas variaram de 5,78 ha, em Iconha, a 16,94 ha, em Rio Novo do Sul. Quando expressas em módulos fiscais, as medianas variaram de 0,32 a 0,85. Os valores máximos variaram de 29,0 ha (1,61 módulos fiscais) em Iconha a 82,30 ha (4,57 módulos fiscais) em Alfredo Chaves.

A Figura 16 sugere que a condição de uso e posse influencia em aspectos sociais relevantes como o local de residência, reforçando vínculos familiares e comunitários.

Figura 16 - Percentuais de condição de posse e uso da terra (A) e residência dos produtores (B) de banana subgrupo Prata na MLS-ES



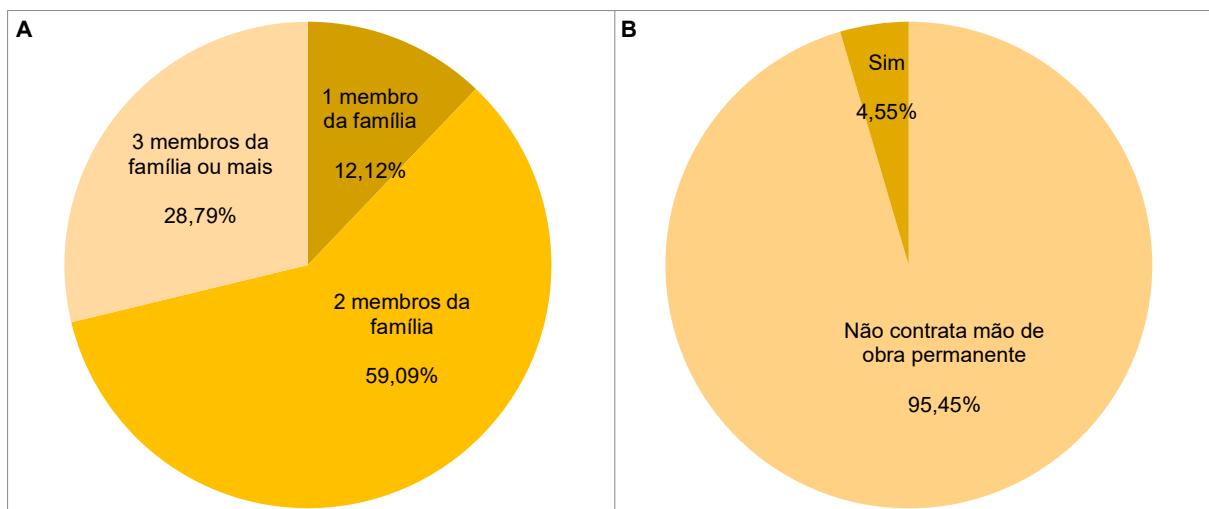
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à condição de uso e posse da terra (Figura 16 A), observou-se que 78,79% dos produtores se identificaram como proprietários das áreas onde cultivam os bananais, percentuais que se assemelham com os que declararam residentes no estabelecimento (Figura 16 B). Outros 13,64% utilizam as áreas por meio de contrato de comodato, instrumento previsto no Código Civil (Brasil, 2002), que permite ao comodante ceder gratuitamente o uso da terra ao comodatário, por tempo determinado, sem transferência de posse ou ônus financeiro. Esse tipo de acordo é comum entre familiares, sugerindo vínculos com a sucessão familiar. Já 7,58% atuam como parceiros ou meeiros, modalidade regulada pelo Estatuto da Terra (Brasil, 1964), em que o parceiro outorgante permite que o parceiro outorgado explore a terra, dividindo riscos e resultados da produção.

Ao analisar os dados por município, observou-se em Alfredo Chaves e Rio Novo do Sul maiores percentuais de proprietários (92,86% e 81,82%, respectivamente) e residentes no estabelecimento (85,71% e 90,91%, respectivamente). Anchieta teve o maior percentual de residentes fora do estabelecimento (60,0%).

Em relação à mão de obra empregada, a produção de banana subgrupo Prata é conduzida, predominantemente, com força de trabalho da própria família e baixa frequência de mão de obra permanente contratada (Figura 17).

Figura 17 - Percentuais de mão de obra familiar (A) e mão de obra permanente (B) nos estabelecimentos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se a predominância do trabalho em regime familiar em 87,88% dos estabelecimentos, que conduzem suas atividades com a mão de obra de 2 membros da família ou mais envolvidos diretamente na bananicultura (Figura 17 A). Além disso, 95,45% dos estabelecimentos não contratam mão de obra permanente (Figura 17 B).

Os dados dos municípios revelam maior envolvimento do trabalho em regime familiar na bananicultura praticada em Iconha e Alfredo Chaves, onde 94,12% e 89,29% dos estabelecimentos são conduzidos com força de trabalho de mais de um membro familiar, respectivamente, nesses dois municípios. Tal fato possibilita impactar positivamente a adoção de tecnologias e, consequentemente, a produtividade desses municípios. Os percentuais de empregados permanentes entre os municípios

indicaram que apenas Alfredo Chaves e Iconha contribuíram para os percentuais da MLS-ES (7,14% e 5,88%, respectivamente).

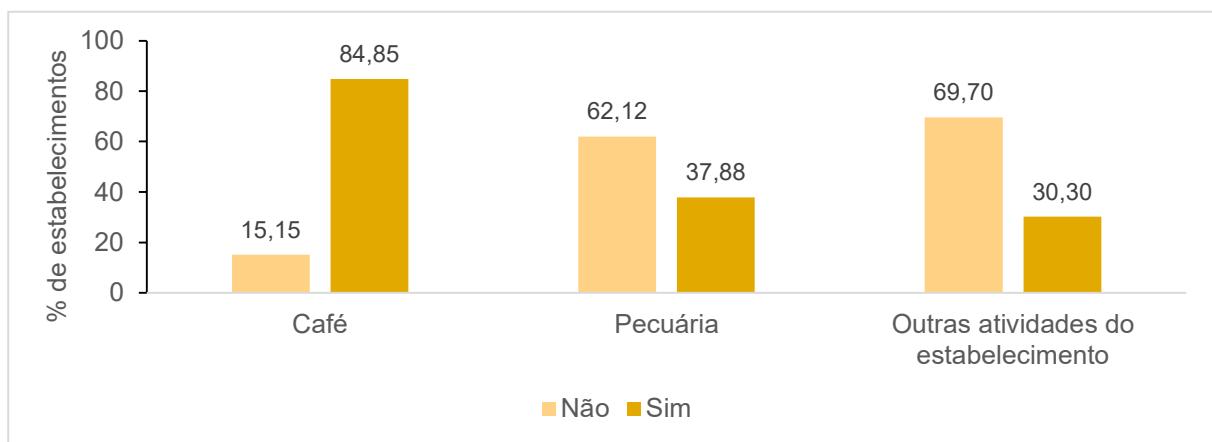
Galeano *et al.* (2022) ao analisarem o número de pessoas empregadas nas lavouras de banana no Espírito Santo, identificaram que a força de trabalho era predominantemente familiar (67,90%), contando com percentual de empregados permanentes similar aos resultados desta pesquisa (5,20%). Tais dados reforçam a importância da atividade para geração de empregos e renda no meio rural, bem como o protagonismo da agricultura familiar na bananicultura regional.

Quanto à renda familiar, verificou-se que todos os estabelecimentos que produzem banana subgrupo Prata possuem outras fontes de renda oriundas de atividades econômicas de seus estabelecimentos, além da bananicultura. As rendas geradas no estabelecimento proveniente das atividades agropecuárias são predominantemente maiores que as rendas de atividades externas, atendendo aos critérios da agricultura familiar no quesito origem da renda da UFPA (Brasil, 2017).

A pluriatividade é uma característica marcante entre esses agricultores, sendo um meio para reduzir os riscos inerentes às intempéries climáticas, pragas e doenças e à oscilação de preços no mercado. Silva (2010) afirma que a pluriatividade constitui uma estratégia sustentável de complementação de renda e permanência no campo, com papel relevante na inclusão social e na redução das desigualdades no meio rural.

A Figura 18 ilustra a distribuição percentual das principais atividades desenvolvidas, associadas à produção de banana subgrupo Prata na MLS-ES. Dentre as atividades complementares destaca-se a cafeicultura, presente em 84,85% dos estabelecimentos. Ao analisar o recorte dos municípios, observou-se que todos os produtores de Anchieta possuem rendas adicionais provenientes da cafeicultura. Já Alfredo Chaves possui o menor percentual de produtores que possuem essa atividade como geradora de renda no estabelecimento (71,43%). Contudo, os dados evidenciam a importância econômica dessa atividade tradicional na MLS-ES, que apresenta produção tanto do café conilon (*Coffea canephora*), quanto do café arábica (*Coffea arabica*), responsáveis por 16,61% e 7,71% do VBPA da agricultura regional, respectivamente (INCAPER, 2025).

Figura 18 - Atividades produtivas associadas à bananicultura nos estabelecimentos da MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A pecuária, em especial a bovinocultura de leite, consiste em outra atividade relevante na diversificação produtiva, presente em 62,12% dos estabelecimentos avaliados. Houve maior variabilidade entre os municípios, provavelmente condicionada a questões tradicionais, ambientais e estruturais, com destaque para a presença de cooperativas e empresas de laticínios que atuam neste segmento. Rio Novo do Sul e Alfredo Chaves apresentaram percentuais maiores em relação dos demais municípios da MLS-ES (54,55% e 53,57%, respectivamente). Por outro lado, Anchieta e Iconha tiveram menor representatividade na atividade pecuária (10,0% e 17,60%, respectivamente).

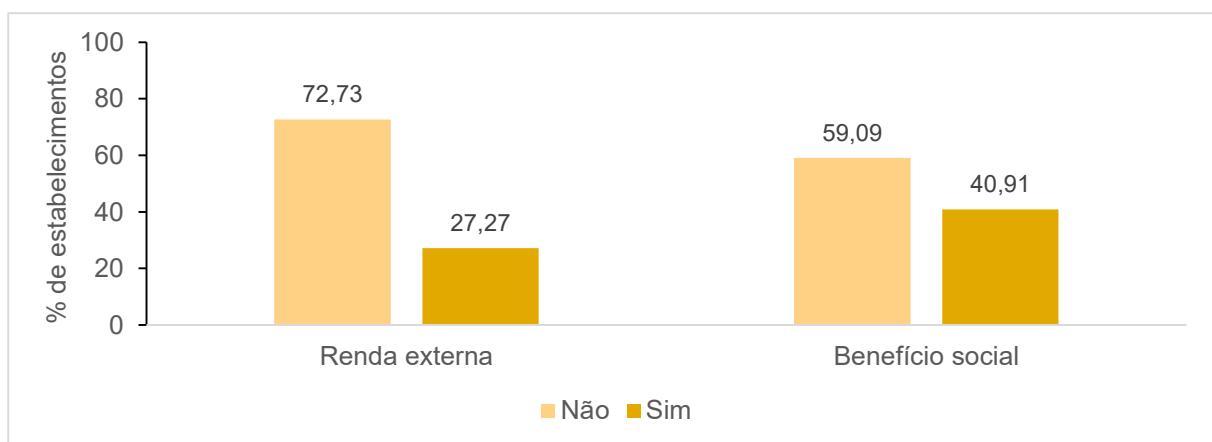
Outras atividades econômicas são conduzidas com menor frequência nesses estabelecimentos (30,30%), incluindo a produção de outras frutas como abacate, citros, coco e cacau; culturas alimentares anuais (milho e feijão); silvicultura (eucalipto); extrativismo (palmeira jussara (*Euterpe edulis*) e açaí (*Euterpe oleracea*)); atividades rurais não agrícolas ligadas à agroindústria (beneficiamento de café, produção de massas); e atividades ligadas à cafeicultura (viveiros e unidades de secagem). Ao analisarem o uso do solo nos estabelecimentos produtores de banana, Galeano *et al.* (2022) constataram 39,80% das áreas ocupadas com lavouras diversas, incluindo a cultura da banana, dados que reforçam a pluriatividade no espaço agrário ocupado por estes estabelecimentos.

Apesar de não ser objeto da pesquisa, observou-se que algumas lavouras de banana subgrupo Prata são conduzidas em consórcio com outras culturas, como o café, ou

compondo sistemas agroflorestais (SAF) com arranjos diversos. O SAF consiste em um dos sistemas de produção agrícola compatível com a conservação e uso sustentável dos remanescentes florestais, pois representa um sistema de produção integrado (Wives, 2013). Nos SAFs a bananeira tem papel de destaque por possuir crescimento rápido, possibilitando sombreamento e facilidade no manejo, por aportar grande quantidade de resíduos orgânicos ao solo, provenientes das desfolhas, do corte do pseudocaule e do engaço aumentando a fertilidade do solo, o que beneficia outras plantas no SAF (Mattos, 2018; Zucoloto, 2023; Medrado *et al.*, 2024).

Ainda sobre a renda familiar, analisou-se a origem de outras fontes como rendas externas e benefícios sociais (Figura 19). Entende-se que para fins de enquadramento na agricultura familiar, admite-se um percentual menor que 50% da renda proveniente de atividades fora do estabelecimento (Brasil, 2017). Neste contexto, 72,73% dos produtores entrevistados declararam não possuir outras fontes de renda provenientes de outras atividades econômicas, enquanto 59,09% informaram não possuir nenhuma renda proveniente de benefícios sociais. A aposentadoria rural foi o benefício social mais citado, dentre as políticas públicas acessadas (37,87%), o que sugere um processo de envelhecimento da população rural na região, apesar de não ser objeto direto desta pesquisa.

Figura 19 - Renda externa e acesso a benefícios sociais entre produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados de renda externa e de acesso aos benefícios sociais possuem ampla variabilidade entre os municípios analisados. Iconha possui o maior percentual de produtores de banana com outras rendas fora do estabelecimento (41,18%), enquanto

Anchieta apresenta o menor percentual (10,0%). Por outro lado, Anchieta, possui o maior número de famílias envolvidas na bananicultura beneficiárias de políticas sociais e previdenciárias (60,0%). O município de Iconha apresenta o menor percentual (29,41%).

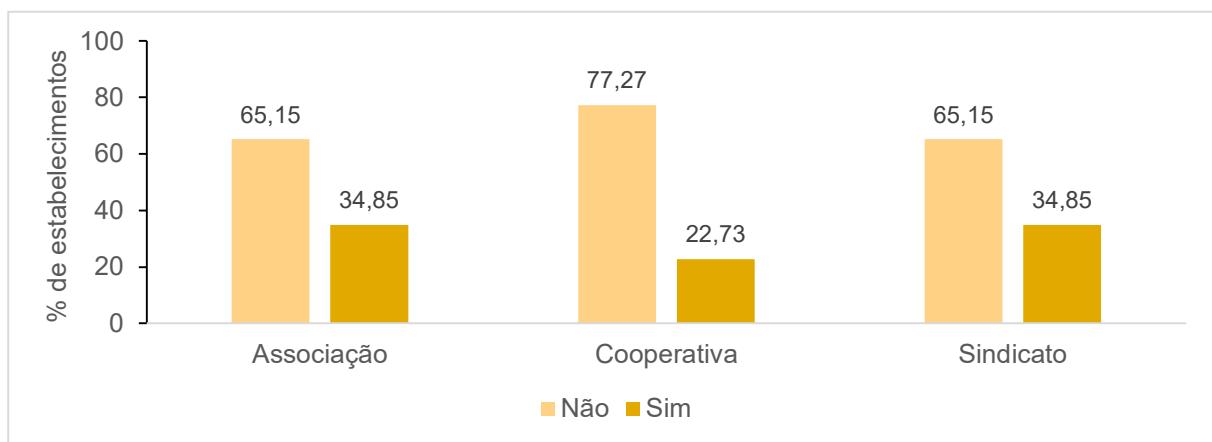
O Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF) é um instrumento que identifica e qualifica o público beneficiário da Política Nacional da Agricultura Familiar, bem como a Unidade Familiar de Produção Agrária (UFPA), os empreendimentos familiares rurais e as formas associativas da agricultura familiar, como cooperativas agropecuárias e associações rurais (Brasil, 2024).

Em relação à identificação das famílias para acesso às políticas públicas da agricultura familiar, 53,03% dos produtores não possuíam CAF ativo no momento da aplicação dos questionários (abril a maio de 2025). No entanto, uma consulta pública na base de dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), realizada em 07 de junho de 2025, revelou que 83,33% dos produtores possuíam ou já possuíram a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), o que os qualifica como agricultores familiares, restando apenas a atualização cadastral para adequação ao novo sistema.

Os resultados discutidos confirmam que a gestão dos estabelecimentos produtores de banana do subgrupo Prata na MLS-ES se enquadra, predominantemente, no perfil da agricultura familiar, com a maior parte dos estabelecimentos atendendo os critérios estabelecidos na legislação vigente (Brasil, 2017).

Quanto à organização social, os produtores de banana do subgrupo Prata apresentam baixa participação em entidades representativas. Apenas 34,85% dos produtores declararam participar de associações e sindicatos rurais, enquanto 22,73% são vinculados a cooperativas (Figura 20). A maioria expressiva das propriedades não está inserida nesses espaços coletivos, o que pode limitar o acesso a benefícios como compras coletivas, comercialização conjunta, capacitações e suporte técnico. Como exemplo, o Fundo Social de Apoio à Agricultura Familiar (FUNSAF), criado para apoiar organizações sociais, tem como premissa o fomento de atividades produtivas geridas por associações e cooperativas capixabas (Espírito Santo, 2025).

Figura 20 - Participação dos produtores de banana subgrupo Prata em organizações sociais na MLS-ES



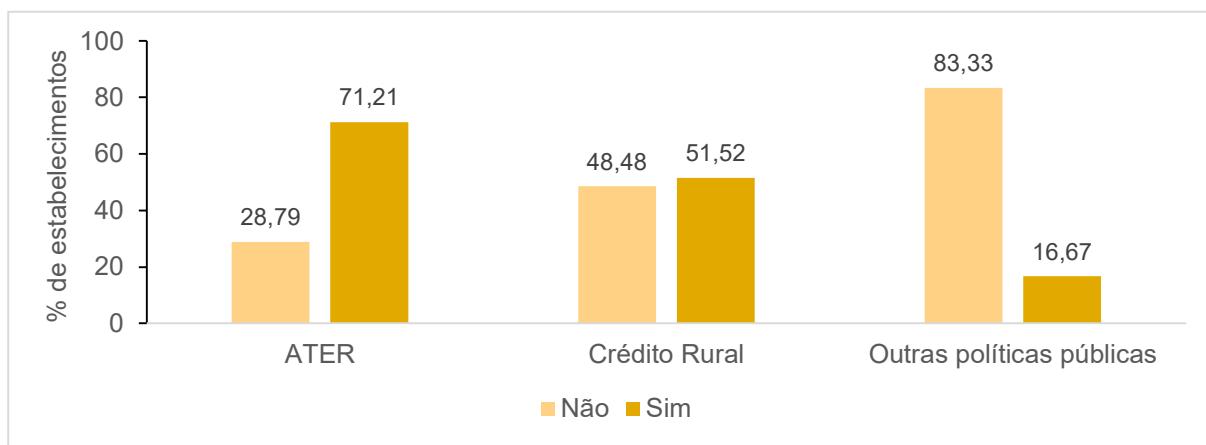
Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto à representação social, especialmente por meio de associações, os produtores de banana de Alfredo Chaves possuem uma disparidade em relação aos bananicultores dos demais municípios, com apenas 7,14% de participação social. Por outro lado, Anchieta se destaca positivamente no associativismo, cooperativismo e na adesão aos movimentos sindicais, com percentuais de 70,0%, 40,0% e 70,0%, respectivamente.

A baixa adesão às organizações pode estar relacionada a um dos desafios apontados no Plano Estratégico de Desenvolvimento da Agricultura Capixaba – PEDEAG (Espírito Santo, 2023). Esse diagnóstico identificou a baixa organização do setor como uma fraqueza da cadeia produtiva da banana. Os dados da pesquisa reforçam a necessidade de fortalecimento das estratégias de organização social como instrumento para ampliar a autonomia dos produtores, facilitar o acesso a políticas públicas e promover o desenvolvimento rural sustentável na região.

Quanto ao acesso às principais políticas públicas de desenvolvimento rural (Figura 21), observa-se que a maioria dos produtores (71,21%) teve acesso à Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) nos últimos cinco anos. Anchieta se destaca dos demais municípios, com 90,0% dos produtores atendidos por essa política pública. Os números de acesso à ATER nos outros municípios se assemelham, estando abaixo do percentual geral médio da MLS-ES.

Figura 21 - Acesso dos produtores de banana subgrupo Prata às principais políticas públicas na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observou-se que 28,79% dos produtores declararam não receber assistência técnica, resultado que contrasta com o estudo de Galeano *et al.* (2022), no qual 59,20% dos produtores de banana não haviam acessado esse serviço. A ausência de assistência técnica adequada compromete a adoção de práticas de manejo mais eficientes, o incentivo à organização social e produtiva, o acesso a inovações tecnológicas e a correta interpretação de análises de solo e adubação, refletindo diretamente na produtividade e na sustentabilidade da cultura. Nesse sentido, o estudo reforça a importância de fortalecer os serviços de extensão rural e capacitação, adaptados às condições locais, como estratégia essencial para o aumento da eficiência produtiva, da renda e da permanência das famílias na atividade.

Em relação ao crédito rural, a distribuição foi relativamente equilibrada, com 51,52% dos produtores tendo acesso a essa política pública, enquanto 48,48% não acessaram, o que sugere que ainda há barreiras a serem superadas para ampliar o financiamento da produção, especialmente por meio das linhas de crédito específicas do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Alfredo Chaves possui o maior percentual de acesso ao crédito rural (64,29%) e Rio Novo do Sul o menor (27,27%). Oliveira (2003) destaca que 63,16% dos produtores tiveram algum tipo de financiamento para bananicultura, sendo 79,17% destinado ao financiamento da implantação da cultura. A autora reforça que o acesso ao crédito rural desempenha papel essencial na viabilidade econômica da bananicultura, especialmente em sistemas conduzidos por agricultores familiares, uma vez que

possibilita a implantação e manutenção das lavouras, além de favorecer investimentos em tecnologia e infraestrutura produtiva.

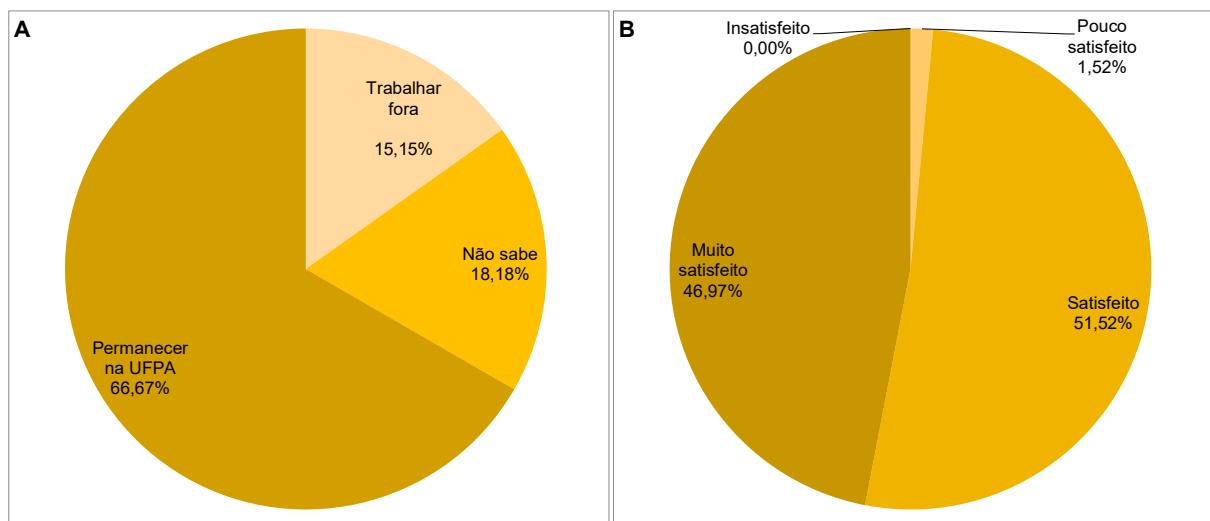
Já outras políticas públicas foram pouco acessadas. Os programas de compra institucional, como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), o Programa Nacional de Crédito Fundiário (PNCF), e o Seguro da Agricultura Familiar (SEAF) tiveram um contraste significativo, com 83,33% dos produtores declarando não se beneficiarem dessas iniciativas.

No caso específico do PNAE, Cruz (2017) observou que apesar das maiores margens de lucro referentes à comercialização da banana Prata nessa importante política de comercialização institucional, os agricultores ainda dependem majoritariamente da atuação de intermediários para o escoamento da produção. Apesar da banana subgrupo Prata configurar-se como uma das principais culturas da região, os mercados institucionais locais e regionais apresentam baixa capacidade de absorção da oferta, o que limita o acesso direto dos produtores familiares a canais mais estáveis e, potencialmente, mais justos de comercialização.

Esse cenário reforça a importância do fortalecimento das políticas públicas voltadas à agricultura familiar, sobretudo no que diz respeito à organização e inclusão produtiva dos bananicultores da região. O mesmo cenário foi evidenciado quanto ao acesso às políticas públicas promovidas pelo Espírito Santo, como o Programa Compra Direta de Alimentos (CDA) e o Programa Reflorestar. De acordo com Oliveira e Bühler (2022), promover melhores condições de vida para as famílias rurais por meio de políticas públicas voltadas à agricultura familiar contribui não apenas para o fortalecimento do meio rural, mas também para a redução da migração para os centros urbanos, ajudando a evitar a sobrecarga das periferias urbanas já marcadas por diversos problemas sociais.

Os resultados ilustrados na Figura 22 evidenciam dois aspectos relevantes da dinâmica socioeconômica dos produtores de banana do subgrupo Prata na MLS-ES, ligados a percepções sobre a sucessão familiar e o grau de satisfação com a qualidade de vida na UFPA.

Figura 22 - Perspectiva de sucessão familiar (A) e grau de satisfação com a qualidade de vida (B) dos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre a perspectiva de sucessão familiar e a possibilidade de permanência dos filhos na gestão da atividade (Figura 22 A), a maioria dos entrevistados (66,67%) manifestou o desejo dos filhos permanecerem na UFPA, enquanto 15,15% pretendem buscar trabalho fora e 18,18% ainda não definiram seus planos. Esses dados indicam uma tendência de continuidade da atividade agrícola entre as gerações, embora a incerteza de parte dos produtores aponte desafios à sucessão familiar, possivelmente relacionados à rentabilidade e às condições de trabalho no campo. Wives (2013) identificou em seu estudo que a maioria dos agricultores apresenta elevado índice de sucessores e expressivo nível de confiança quanto à continuidade da atividade, sendo que 64,2% já possuem alguém definido para essa função. Essa tendência pode estar associada ao incentivo e apoio familiar, ainda que parte dos entrevistados não tenha filhos ou possuam descendentes muito jovens, o que indica potencial de sucessão futura.

A Figura 22 B mostra que 98,49% dos produtores se declaram satisfeitos ou muito satisfeitos com a atividade, o que reflete uma percepção positiva de qualidade de vida associada ao cultivo da banana, ainda que persistam limitações estruturais e econômicas. A conjugação desses resultados sugere que, apesar das dificuldades, a bananicultura mantém relevância social no meio rural, fortalecendo o vínculo dos agricultores com o território e a continuidade da produção familiar.

5.2 DIMENSÃO TECNOLÓGICA

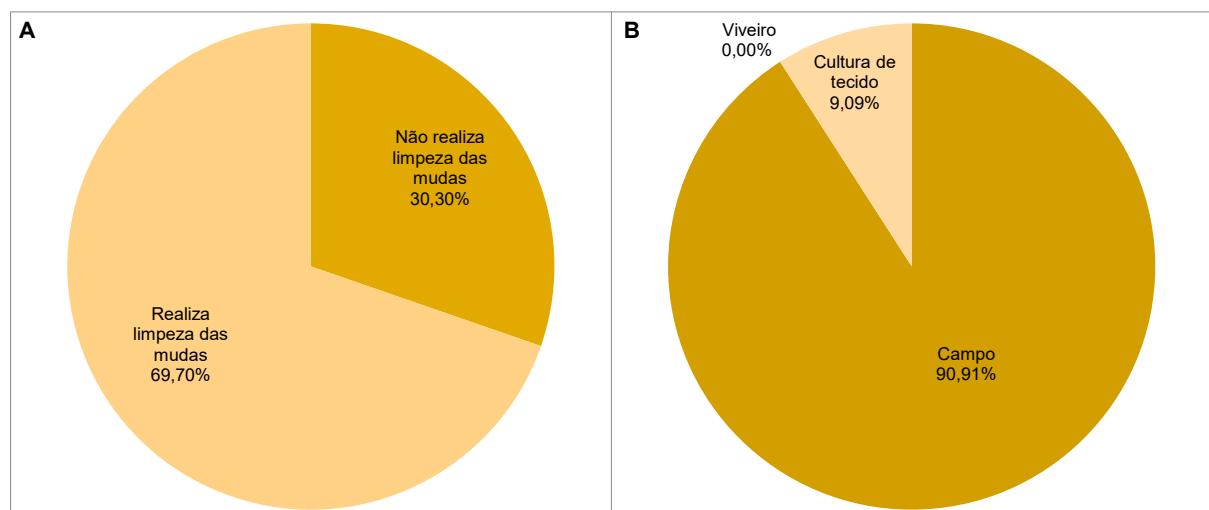
5.2.1 Tecnologias adotadas na bananicultura da MLS-ES

A bananeira requer a adoção de tecnologias e práticas culturais adequadas, visando contribuições para o crescimento, desenvolvimento e maiores produtividades (Guerra *et al.*, 2010b). Nesse contexto, o uso de tecnologias e processos que aumentem a produtividade e a qualidade da banana, ou diminuam os custos, é fundamental para sustentabilidade econômica da bananicultura (Salvador; Almeida, 2023).

Ressalta-se, ainda, a necessidade de adaptação dessas tecnologias para as condições do clima e relevo de acordo com as características de determinada região. Desta forma, o conhecimento sobre a aplicação dessas práticas torna-se essencial para entender quais podem impactar a produtividade da banana subgrupo Prata da MLS-ES. Nesse sentido, essa seção apresenta os resultados da pesquisa ligados à adoção de tecnologias de mudas, manejo e fertilização do solo, irrigação, tratos culturais, aspectos fitossanitários, colheita e pós-colheita.

Os dados sobre a origem das mudas e o seu manejo, essenciais para assegurar a qualidade e o desempenho das plantas no campo, são ilustrados n Figura 23.

Figura 23 - Percentuais de produtores que realizam a limpeza das mudas antes do plantio (A) e origem das mudas (B) utilizadas produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar os aspectos tecnológicos ligados ao manejo e origem das mudas, os dados obtidos revelam que 69,70% dos produtores realizam a limpeza das mudas antes do plantio, enquanto 30,30% não adotam essa prática sanitária fundamental para garantir o estabelecimento saudável das plantas e o bom desempenho produtivo dos bananais (Figura 23 A). Anchieta e Alfredo Chaves apresentam os maiores percentuais dessa prática (90,0% e 82,14%, respectivamente). Iconha teve percentuais mais discrepantes comparados à média geral (35,29%).

Em relação à origem das mudas (Figura 23 B), observa-se que 90,91% dos agricultores utilizam mudas oriundas do próprio campo, enquanto apenas 9,09% estabeleceram suas áreas com mudas de cultura de tecido. Anchieta e Alfredo Chaves concentram os únicos produtores que adotaram a tecnologia de mudas por micropropagação, com 40,0% e 7,14% de adoção, respectivamente. Nenhum produtor relatou o uso de mudas provenientes de viveiros certificados.

Galeano *et al.* (2022) verificaram que 20,0% dos produtores de banana utilizam mudas certificadas, o que não foi evidenciado nessa pesquisa. Essa predominância de mudas de campo pode estar relacionada ao menor custo e à facilidade de obtenção dentro do próprio sistema produtivo. Porém, uma das medidas essenciais a ser adotada na implantação ou renovação de bananais consiste na utilização de mudas com garantia de procedência genética e alta qualidade fitossanitária (Scherer; Livramento; Sônego, 2024).

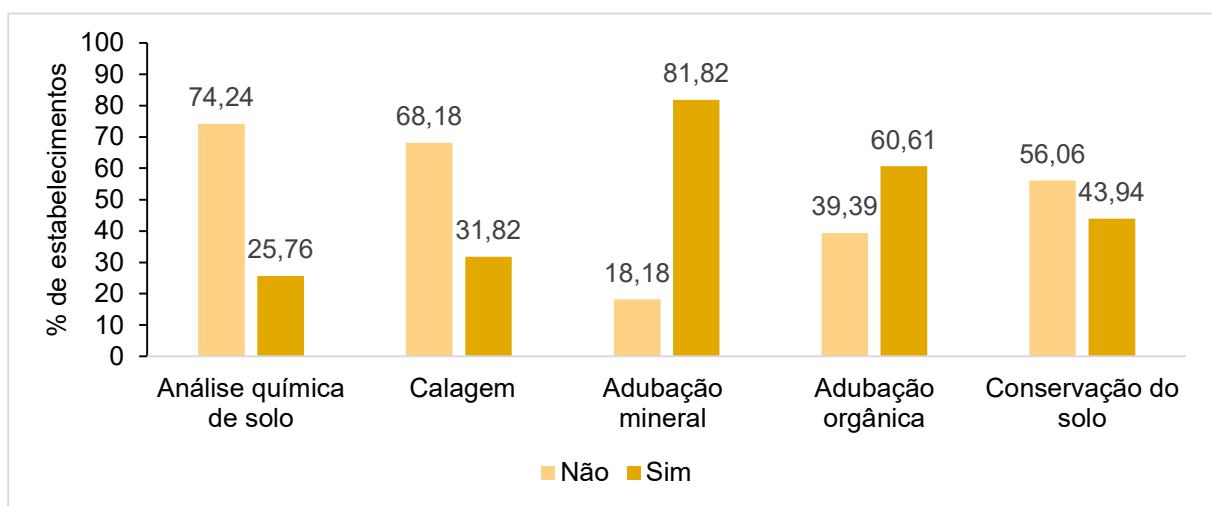
As mudas provenientes de cultura de tecido apresentam diversas vantagens em relação aos métodos convencionais, destacando-se pela produção em larga escala de mudas ao longo de todo o ano, com economia de tempo e espaço. Essa técnica possibilita a rápida multiplicação de materiais selecionados, garantindo uniformidade no desenvolvimento das plantas e, consequentemente, sincronização do plantio e da colheita. Além disso, assegura a obtenção de mudas geneticamente idênticas à planta matriz e livres de patógenos, reduzindo a disseminação de pragas e doenças (Serejo; Souza; Souza, 2012).

Fancelli (2012) recomenda que, quando não for possível a utilização de mudas micropropagadas ou adquiridas de viveiros registrados e idôneos, a seleção de mudas

em áreas de produção deve ser realizada com rigor técnico, eliminando rizomas que apresentem galerias ou sintomas de ataque de insetos e patógenos, a fim de minimizar os riscos de contaminação e perdas produtivas. Nesses casos, a limpeza das mudas torna-se uma etapa essencial, consistindo na retirada das bainhas foliares, na limpeza do rizoma e na remoção de raízes secas e tecidos infectados. Essa prática preventiva é considerada uma medida eficaz para evitar a introdução de patógenos no solo e favorecer o desenvolvimento inicial das plantas.

A análise das práticas relacionadas ao manejo do solo e à nutrição das plantas revela um panorama de uso parcial das tecnologias disponíveis entre os produtores de banana da MLS-ES. A Figura 24 apresenta a frequência de adesão dos produtores a diferentes práticas relacionadas à fertilidade e conservação do solo.

Figura 24 - Práticas relacionadas ao manejo e fertilização do solo adotados por produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que apenas 25,76% dos produtores realizam análise química de solo, enquanto a maioria (74,24%) não utiliza esse diagnóstico básico da fertilidade do solo para subsidiar as práticas de calagem e adubação. A coleta de solo para fins de monitoramento da fertilidade do solo de bananais em produção deve ser realizada, anualmente, para a definição das melhores doses de corretivos e fertilizantes visando a correção das deficiências do solo e obtenção de produtividades máximas econômicas (Guimarães; Deus, 2023).

Essa baixa adesão à análise de solo pode comprometer a eficiência no uso de fertilizantes e corretivos, refletindo em limitações nutricionais para a cultura da banana. Ainda assim, uma parcela expressiva (81,82%) declarou realizar adubação mineral, o que indica que essa prática vem sendo conduzida, em muitos casos, sem parâmetros técnicos, reforçando a importância da ampliação de ações de assistência técnica voltada ao manejo nutricional da bananeira do subgrupo Prata na MLS-ES.

Os produtores de Anchieta apresentam os maiores percentuais relacionados ao monitoramento da fertilidade de solo (40,0%), enquanto Rio Novo do Sul apresenta um cenário preocupante, sem registro da adoção da análise química de solo pelos produtores como parâmetro para a calagem e adubação da banana subgrupo Prata.

Nenhum dos entrevistados neste estudo relatou realizar a análise foliar, importante ferramenta complementar à análise de solo para avaliar o monitoramento periódico da nutrição da bananeira (Guimarães; Deus, 2023). Esse fato evidencia uma preocupação quanto ao acompanhamento da adubação de manutenção ao longo do ciclo produtivo. A ausência desse tipo de análise, ou falhas ocorridas durante a amostragem, limitam a identificação de desequilíbrios nutricionais, dificultando ajustes precisos no plano de manejo da fertilidade, podendo causar graves prejuízos econômicos ao produtor e ao meio ambiente (Pereira, *et al.*, 2014; Prezotti, 2013; Rodrigues *et al.*, 2009).

A calagem, prática fundamental para a correção da acidez do solo e aumento da disponibilidade de nutrientes, é realizada por apenas 31,82% produtores, percentual acima dos que realizam a análise química de solo. Considerando a predominância de solos ácidos na região e a sensibilidade da bananeira à acidez (Guimarães; Deus, 2023), essa baixa adoção pode comprometer diretamente a eficiência da adubação e a produtividade da cultura.

Os produtores de banana do município de Anchieta se destacaram, com 60,0% de adoção da calagem, seguindo uma tendência positiva relacionada à adoção da análise química de solo no município. Seguindo a lógica inversa, Rio Novo do Sul apresentou o menor percentual de produtores que lançaram mão da calagem (18,18%), abaixo da média da MLS-ES.

Ressalta-se que a bananeira apresenta elevada exigência nutricional, tanto devido à intensa produção de biomassa quanto à significativa absorção e exportação de nutrientes pelos frutos, sendo fundamental que o manejo nutricional promova o equilíbrio adequado dos elementos no solo e na planta para que esta atinja seu potencial produtivo (Borges, *et al.*, 2006; Borges, 2012; Guimarães; Deus, 2023).

Apesar da baixa adesão aos instrumentos citados para o manejo adequado da fertilidade do solo, a adubação mineral tem sido realizada pela ampla maioria dos produtores (81,82%) ainda que, na maioria dos casos, sem critérios técnicos definidos para sua recomendação, sugerindo impactos negativos na eficiência da adubação e promovendo desequilíbrios nutricionais. Entre os municípios analisados, Anchieta apresenta o maior percentual de produtores que realizam essa prática (85,71%), enquanto Rio Novo do Sul registra o menor (72,73%), revelando padrões distintos de adoção tecnológica.

A adubação orgânica é adotada por 60,61% dos produtores, demonstrando uma boa aceitação dessa prática entre os bananicultores. Iconha possui a maior proporção de adoção de adubação orgânica pelos bananicultores (76,47%), enquanto Rio Novo do Sul apresenta percentual muito abaixo dos demais municípios (9,09%).

A presença significativa desse tipo de adubação é coerente com sistemas produtivos de base familiar e agroecológica, que buscam alternativas mais acessíveis e sustentáveis. A adubação orgânica melhora os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, favorecendo sua estruturação, aumentando a capacidade de retenção de água e criando condições mais adequadas tanto para o desenvolvimento das plantas quanto para a atividade da microbiota (Borges, 2012; Livramento; Cantú, 2023).

Essa prática está muitas vezes associada ao uso de resíduos orgânicos com maior disponibilidade regional, buscando reduzir os custos operacionais com transporte a grandes distâncias. Nesse contexto, de acordo com o relato dos entrevistados, além do reaproveitamento dos restos culturais da bananeira, os principais adubos orgânicos utilizados na MLS-ES são oriundos das atividades agropecuárias da região, com destaque para o uso de esterco bovino curtido, da cama de aviário, das cinzas, dentre outros materiais orgânicos, como a palha de café (Figura 25), que possui elevada oferta nas unidades de secagem e pilagem.

Figura 25 - Formas de uso da palha de café em lavouras de banana subgrupo Prata na MLS-ES: (A) sem compostagem, (B) após compostagem



Fonte: Acervo do autor (2025).

Apesar da comprovada eficiência do uso da palha de café sobre o desenvolvimento das plantas, atuando como fonte de nutrientes e matéria orgânica para as lavouras (Carvalho *et al.*, 2005), ressalta-se que deve ser realizado um tratamento prévio desse resíduo, de forma que se evite a proliferação da mosca do chifre (*Stomoxys calcitrans*) (Souza *et al.*, 2003). No Espírito Santo, as Instruções Normativas nº 03 e 18 (IDAF 2014a, b) orientam sobre o uso da palha de café, por meio de compostagem ou pela sua incorporação no solo. Alvarenga *et al.* (2023) destacam que uma das possibilidades para o uso adequado da palha de café consiste em sua transformação em biochar ou biocarvão, por meio do processo de pirólise.

Outro ponto relevante refere-se às práticas de conservação do solo, adotadas por apenas 43,9% produtores, enquanto 56,06% afirmaram não considerar nenhuma prática conservacionista. Essa realidade representa um desafio importante para o manejo agroecológico do solo, especialmente em áreas de maior declividade (Figura 26 A), onde tais práticas são fundamentais para conter processos erosivos e manter a fertilidade e a qualidade física do solo. A Figura 26 B ilustra um exemplo de bananal

implantado em relevo acidentado, onde a ausência de práticas adequadas pode intensificar os processos de degradação do solo.

Figura 26 - Aspectos relacionados à conservação do solo em áreas de cultivo de banana do subgrupo Prata na MLS-ES: (A) processo erosivo em carreador; (B) bananal implantado em relevo acidentado.



Fonte: Acervo do autor (2025).

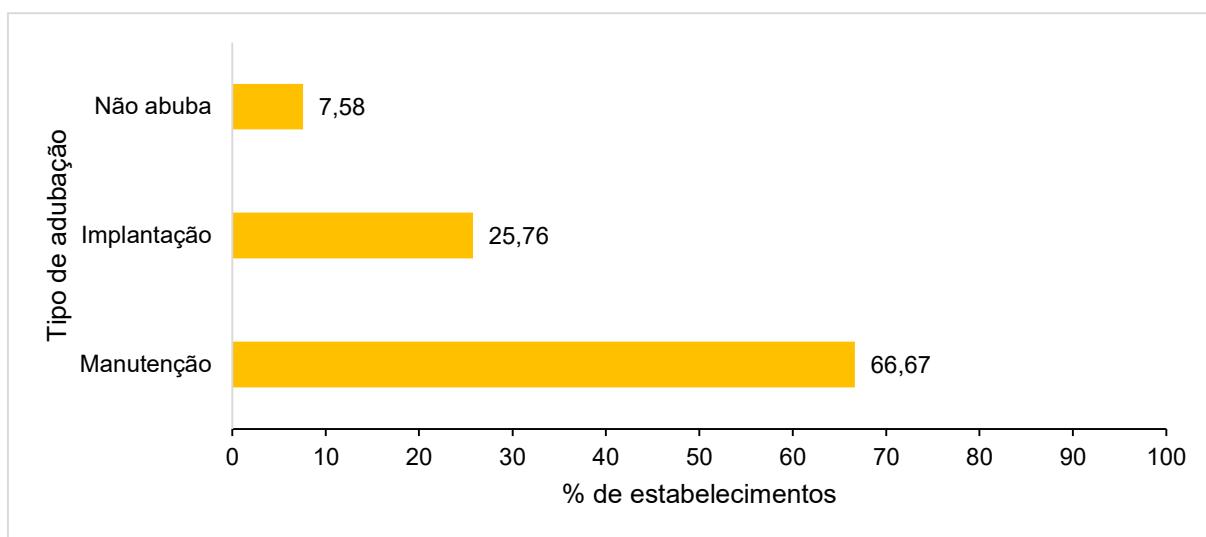
Os bananicultores dos municípios de Iconha e Anchieta são os que mais registraram a adoção de práticas de manejo e conservação do solo (respectivamente 70,59% e 40,0%). No entanto, Alfredo Chaves e Rio Novo do Sul, apesar de registrarem baixa adoção de práticas conservacionistas (32,14% e 36,36%, respectivamente), também possuem muitos cultivos de banana subgrupo Prata em terrenos acidentados. Em bananais cultivados em áreas declivosas, sem a adoção de práticas de manejo de solo adequadas, acentuam-se as perdas de solo por processos erosivos. Nesse caso, é necessário adotar práticas como plantio em curvas de nível, cordões em contorno, construção de terraços, capinas alternadas e a cobertura permanente do solo (Silva; Sousa; Accioly, 2010; Souza; Borges, 2012; Livramento; Cantú, 2023).

Dadalto, Lani e Prezotti (1995) observaram uma perda média de 40 t/ha/ano de solo em uma lavoura de café arábica em Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com declividade de 45%. Ao analisar os impactos do cultivo da banana nos atributos físicos

do solo, Silva (2016) identificou que a baixa produtividade possui relação com o uso limitado de tecnologias e manejo inadequado do solo, sobretudo em áreas declivosas. Cruz (2006), ao analisar a influência do preparo do solo e de plantas de cobertura na erosão hídrica de um Argissolo Vermelho-Amarelo constatou que a cobertura do solo aliada ao preparo em nível foi eficiente na redução das perdas de água. Por outro lado, os maiores índices de perda de solo e água foram observados em áreas com baixa cobertura do solo e preparo realizado no sentido do declive, comuns na MLS-ES, evidenciando a importância do manejo agroecológico do solo para a manutenção dos recursos naturais.

Além das questões ligadas ao manejo da fertilidade do solo e nutrição dos bananais, como a baixa realização de análise química de solo e a inexistência de monitoramento nutricional via análise foliar, os dados mostram que a maioria dos produtores realiza algum tipo de adubação, embora nem sempre com base em critérios técnicos adequados. Conforme apresentado na Figura 27, 66,67% dos produtores realizam adubação de manutenção, enquanto 25,76% adotam somente adubação de implantação e 7,58% declararam não realizar qualquer tipo de adubação. Rio Novo do Sul foi o município com os piores índices percentuais quando comparado aos outros municípios amostrados da MLS-ES, onde 27,27% não adubam seus bananais.

Figura 27 - Tipo de adubação realizada pelos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES

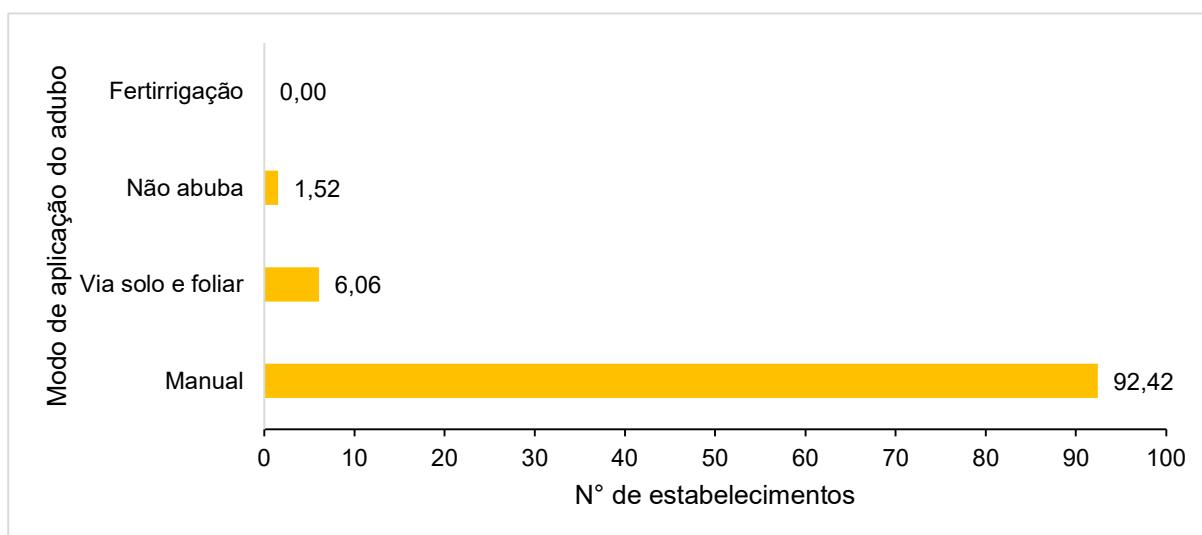


Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados reforçam a predominância do enfoque na manutenção da fertilidade do solo ao longo dos ciclos produtivos da bananeira, ainda que frequentemente sem respaldo em análises laboratoriais. Nesse sentido, a falta de adubação adequada ou correção da acidez sugerem ter relação com alguns pontos negativos da produção e produtividade (Soares *et al.*, 2024).

Em relação ao modo de aplicação dos fertilizantes (Figura 28), verifica-se que o uso de adubação manual via solo é predominante, adotado por 92,42% produtores. Apenas 6,06% relataram realizar adubação combinando aplicação via solo e foliar, enquanto nenhum produtor declarou utilizar fertirrigação, o que indica a ausência de adoção dessa importante tecnologia. Dentre os entrevistados, 1,52% declararam não realizar nenhuma forma de adubação em seus bananais.

Figura 28 - Modo de aplicação da adubação utilizada pelos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados sugerem que embora a maioria dos agricultores adote adubação nos bananais ela ocorre, majoritariamente, de forma manual e empírica, com baixa adoção de tecnologias ou práticas baseadas em diagnósticos consistentes.

A adoção de sistemas de irrigação constitui uma prática relevante para garantir a estabilidade da produção da banana, especialmente em períodos de estiagem ou distribuição irregular das chuvas, como os meses de maio a setembro, característico na região, conforme caracterização climática apresentada anteriormente. No entanto,

os dados obtidos revelam que grande parte dos produtores (80,30%) não utilizam qualquer sistema de irrigação em suas lavouras de banana subgrupo Prata, enquanto apenas 19,70% afirmaram adotar algum sistema de irrigação. Esse percentual está inserido nos municípios de Anchieta, destacando-se com 60,0% de adoção desta tecnologia e Alfredo Chaves, com 25,0% de irrigantes. Entre os que irrigam, todos utilizam o sistema de microaspersão.

Galeano *et al.* (2022) relatam resultados semelhantes, com 73,20% dos produtores de banana não adotando irrigação, e 18,70% utilizam a microaspersão, evidenciando um padrão de baixa adoção dessa tecnologia em uma cultura altamente dependente de regularidade hídrica. Por outro lado, Oliveira (2003) aponta que 71,05% dos produtores utilizam a irrigação por microaspersão ou gotejamento, evidenciando a importância da promoção dessas técnicas de forma estruturada por meio de políticas de desenvolvimento rural.

A Tabela 9 apresenta resultados da análise estatística descritiva dos efeitos da irrigação na produtividade da bananeira na MLS-ES. Os dados indicam que os estabelecimentos que utilizam irrigação pelo sistema de microaspersão apresentam, em média, uma produtividade anual superior (17,09 t/ha) àqueles que não adotam nenhum sistema de irrigação (12,57 t/ha). Além disso, a mediana da produtividade com irrigação (16,80 t/ha) também supera a dos estabelecimentos sem irrigação (12,0 t/ha), sugerindo que o uso dessa tecnologia está associado a melhores desempenhos produtivos.

Tabela 9 - Estatística descritiva da produtividade (t/ha) da cultura da banana subgrupo Prata segundo uso ou não de irrigação, na MLS-ES

Irrigação	Média	Mediana	Desvio-padrão t/ha	Mínimo	Máximo
Não	12,57	12,00	6,94	4,40	42,43
Sim	17,09	16,80	3,85	9,68	22,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro aspecto importante é que a variabilidade da produtividade entre os produtores sem irrigação é substancialmente maior, com um desvio-padrão de 6,94 t/ha, em comparação aos 3,85 t/ha nos irrigantes. Isso sugere que, além de garantir maior produtividade média, a irrigação também promove maior estabilidade nos níveis de

produção, possivelmente por mitigar os efeitos de irregularidades climáticas, uma das principais limitações apontadas pelos produtores.

A baixa adesão a sistemas de irrigação dos produtores de banana na MLS-ES pode estar associada aos índices pluviométricos da microrregião. No entanto, a distribuição da pluviosidade tem apresentado menor regularidade nos últimos anos, influenciando na produtividade média da banana subgrupo Prata (Ramos *et al.*, 2016). Essa realidade pode comprometer o desempenho produtivo, especialmente em contextos de intensificação das mudanças climáticas.

Soares *et al.* (2024) alegam que a baixa adoção dessa tecnologia pode estar relacionada ao custo de implantação dos sistemas de irrigação. Nesse contexto, o incentivo ao crédito rural para investimento em sistemas de irrigação torna-se essencial como estratégia de adoção sistemática. Na região do Cariri-CE, a bananicultura irrigada está incluída na pauta de financiamento dos bancos oficiais. Disso decorre o elevado percentual de acesso ao crédito para bananicultura (Oliveira, 2003). Francisco *et al.* (2015) recomendaram que em áreas de cultivo de banana deve-se priorizar o cultivo irrigado, destacando a importância do uso racional do solo para a produção agrícola sustentável no estado da Paraíba.

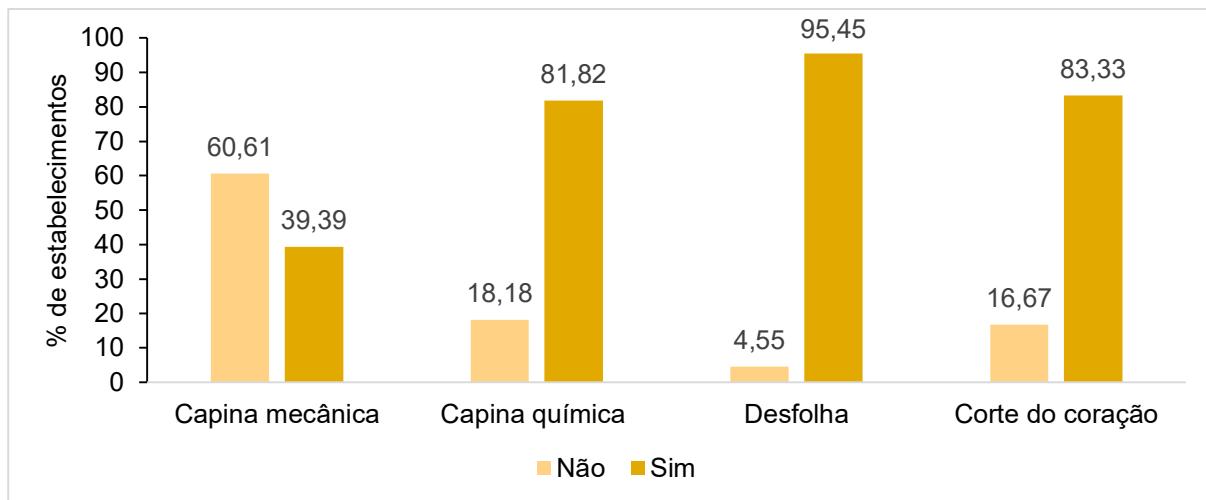
A cultura da banana, por conta do crescimento contínuo, exige tratos culturais permanentes durante todos os ciclos de produção (Negreiros; Malburg, 2023). Os tratos culturais realizados ao longo do ciclo da bananeira exercem influência direta sobre a sanidade, o desenvolvimento e a produtividade da planta.

De acordo com Lima, Alves e Silveira (2012), os principais tratos culturais indispensáveis ao manejo adequado da bananeira incluem a capina, o controle cultural, o desbaste ou desbrota, a desfolha, o escoramento, além do ensacamento do cacho, eliminação do coração e da última penca e o corte do pseudocaule após a colheita. A adoção adequada dessas práticas é especialmente importante na agricultura familiar, onde o manejo eficiente pode compensar limitações de escala e recursos.

A Figura 29 apresenta os resultados da pesquisa referentes às principais práticas culturais adotadas entre os bananicultores da MLS-ES. Embora não esteja

representada graficamente, constatou-se que todos os produtores realizam a desbrota de forma sistemática. Neste caso, por se tratar de uma conduta amplamente adotada entre os agricultores entrevistados, não configura uma variável de distinção entre os sistemas produtivos analisados.

Figura 29 - Práticas de manejo adotadas pelos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A capina química foi adotada por 81,82% dos produtores, superando a capina mecânica, presente em 39,39% estabelecimentos. Esse dado supõe uma tendência de substituição da mão de obra por insumos químicos no controle de plantas espontâneas, o que pode ser justificado tanto pela redução do custo com trabalho manual, quanto pela maior rapidez de aplicação dos herbicidas e, ainda, pela escassez de mão de obra disponível. A capina mecânica tem maior adesão proporcional em Anchieta (50,0%) e a capina química em Rio Novo do Sul (100,0%).

Com exceção da desbrota, a desfolha foi a prática mais adotada na condução da banana subgrupo Prata, sendo realizada por 95,45% dos produtores, com uma frequência similar entre os municípios. Essa prática visa a retirada de folhas velhas, permitindo melhor arejamento e luminosidade, auxiliando no controle de pragas e doenças (Lima; Alves; Silveira, 2012).

O corte do coração (parte terminal da inflorescência da bananeira) também é prática comum e amplamente utilizada por 83,33% dos estabelecimentos. Houve uma

distribuição heterogênea dessa prática entre os municípios, variando entre 100,0% em Alfredo Chaves a 60,0% em Anchieta. Essa técnica visa acelerar o desenvolvimento dos frutos, aumentar o comprimento das últimas pencas, aumentar o peso do cacho e reduzir a incidência de insetos (Zucoloto, 2023).

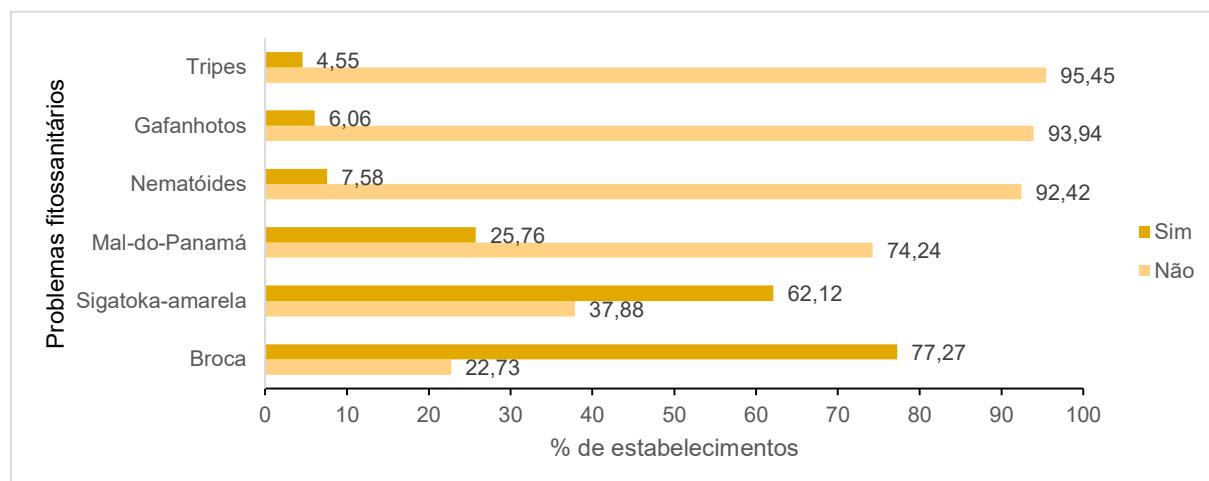
Nenhum dos entrevistados relatou lançar mão do ensacamento dos frutos, prática fundamental para a qualidade dos frutos. O ensacamento dos cachos de banana proporciona diversos benefícios agronômicos e comerciais, possibilitando aumento da produtividade e melhor qualidade de frutos (Costa *et al.*, 2002; Negreiros; Malburg, 2023). Dentre as vantagens dessa prática, destacam- se o aumento da velocidade de crescimento dos frutos, o controle de insetos, a redução de danos físicos, queimaduras no pericarpo e proteção dos frutos durante a colheita (Lima; Alves; Silveira, 2012). Em Santa Catarina, grande parte dos produtores realiza o ensacamento de cachos durante todo ano, visando melhor qualidade dos frutos (Salvador; Almeida, 2023).

Outra prática não mencionada pelos entrevistados foi o escoramento das plantas. Essa prática é mais indicada para cultivares do subgrupo Terra, por serem mais suscetíveis ao tombamento, especialmente na primeira safra (Negreiros; Malburg, 2023). Como a bananeira do subgrupo Prata é planta muito vigorosa, com pseudocaule espesso (50 cm), não há necessidade de escoramento dos cachos (Zucoloto, 2023).

Silva, Lopes e Lira (2019) destacam a importância dos tratos culturais supracitados, indicando que práticas como a desfolha, a amostragem foliar, o corte do coração e a capina contribuem significativamente para o aumento da qualidade dos frutos e minimização de perdas pós-colheita.

A análise da percepção dos principais problemas fitossanitários enfrentados pelos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES revela um cenário preocupante quanto à ocorrência de doenças e pragas que afetam a produtividade e a longevidade dos bananais. A Figura 30 ilustra a frequência de relatos das principais pragas e doenças registradas na MLS-ES.

Figura 30 - Problemas fitossanitários relatados por produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) foi o problema fitossanitário mais frequentemente relatado, sendo citada por 77,27% dos produtores. Sua ação provoca danos diretos no rizoma, prejudicando a translocação da seiva, podendo provocar tombamento de plantas (Haro, 2023). Em seguida, aparece a Sigatoka-amarela, mencionada por 62,12% dos produtores. Essa doença foliar, causada pela forma sexuada do fungo *Mycosphaerella musicola*, enquanto *Pseudocercospora musae* corresponde à forma assexuada, compromete a área fotossintética da planta, reduzindo a absorção de luz e o enchimento dos frutos (Beltrame *et al.*, 2023). Scherer, Livramento e Sônego (2024) alertam que o controle do complexo de Sigatoka em cultivares do subgrupo Prata plantados em sistema orgânico deve adotar, além de desfolhas, produtos liberados pela agricultura orgânica e pelas certificadoras. O Mal-do-Panamá, uma doença vascular causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* (Beltrame *et al.*, 2023), foi reportado por 25,76% dos produtores, evidenciando sua presença na região.

As pragas como tripes, nematoides e gafanhotos foram pouco citadas, o que pode indicar menor incidência ou menor percepção por parte dos agricultores quanto aos sintomas e danos provocados. Ainda assim, sua ocorrência exige atenção, sobretudo os nematoides.

Apesar do contexto de ocorrência fitossanitária, a adoção de estratégias de controle de pragas e doenças foi relatada por apenas 54,55% dos agricultores. Os maiores

percentuais ligados ao manejo fitossanitário referem-se aos produtores de Alfredo Chaves (71,43%). Anchieta e Iconha apresentam percentuais próximo da média regional, enquanto Rio Novo do Sul possui os menores percentuais (18,18%).

Galeano *et al.* (2022) observaram adesão de 55,10% entre os produtores de banana em contexto semelhante. Esses dados indicam uma limitação persistente na base produtiva da bananicultura, ainda que os próprios produtores reconheçam o impacto das pragas e doenças sobre o rendimento da lavoura.

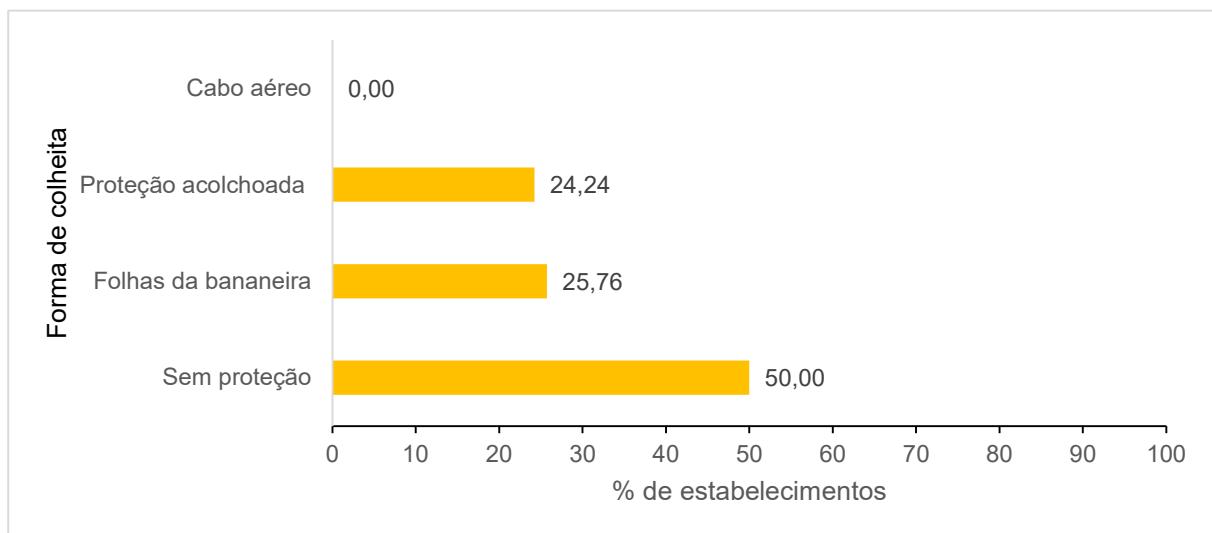
A maioria dos produtores utiliza controle químico de doenças e pragas como principal forma de manejo. Embora eficiente a curto prazo, o uso contínuo de defensivos químicos pode resultar na seleção de populações resistentes, desequilíbrios ecológicos e contaminação do ambiente. Segundo Guerra *et al.* (2010a), diante do uso de defensivos agrícolas e das exigências quanto aos resíduos nos frutos, é necessário adotar tecnologias que garantam, simultaneamente, a atratividade externa do produto, a ausência de resíduos agroquímicos e a compatibilidade com a preservação ambiental. Neste contexto, Soares *et al.* (2024) afirmam que produtores necessitam de apoio da ATER quanto ao uso adequado dos defensivos, reduzindo as perdas pré e pós-colheita, que afetam a produtividade e qualidade dos frutos.

As etapas de colheita e pós-colheita são determinantes para a qualidade final da banana e para a valorização do produto no mercado. No entanto, os dados coletados revelam limitada adoção de boas práticas nesse segmento da cadeia produtiva.

No que se refere ao critério adotado para definir o ponto de colheita, todos os agricultores entrevistados relataram utilizar a aparência morfológica (padrão visual) como indicador. Essa uniformidade de resposta indica que essa variável não constitui um fator de variação na produtividade, embora esteja relacionada ao nível de tecnificação adotado. Soares *et al.* (2024) analisaram que a adoção de critérios empíricos e subjetivos para definição do ponto de colheita, em detrimento de métodos objetivos, como a mensuração do °Brix, associa-se ao fato da colheita acontecer, exclusivamente, em função da demanda dos intermediários, contribuindo para colheita de frutos imaturos ou fora do ponto ideal de colheita.

Quanto à forma de colheita (Figura 31), a maioria dos produtores (50,0%) realiza a colheita sem qualquer tipo de proteção dos frutos, enquanto 25,76% utilizam folhas de bananeira e 24,24% adotam proteção acolchoada sobre o solo.

Figura 31 - Formas de colheita adotadas entre os produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

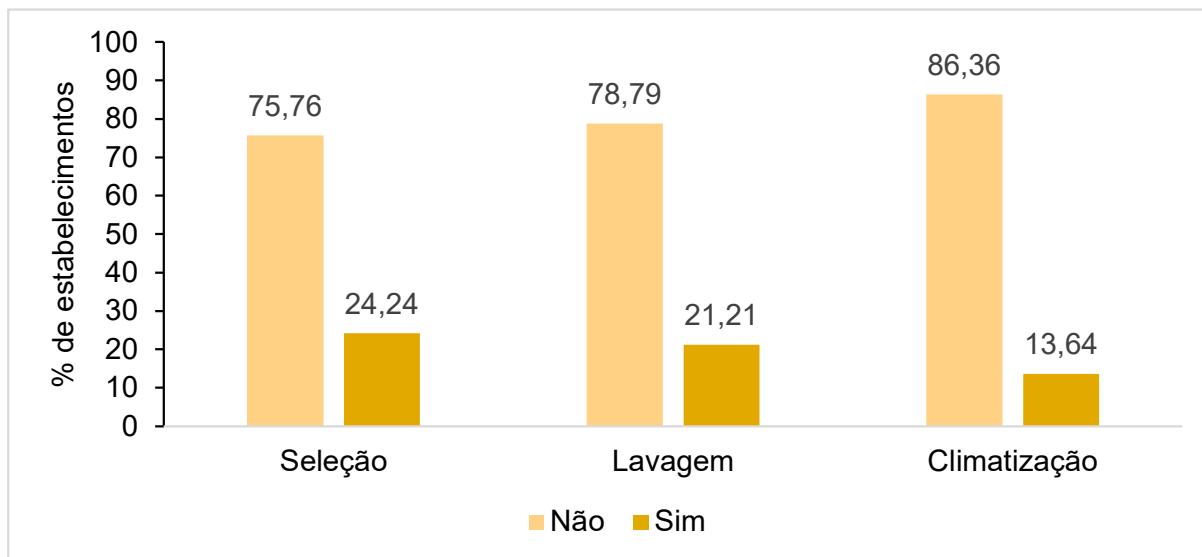
Os produtores dos municípios de Alfredo Chaves se destacam pela utilização de práticas visando menores danos nos frutos durante à colheita, com 39,29% utilizando proteção acolchoada e 25,0% usando folhas da própria bananeira. Os menores percentuais são de Rio Novo do Sul, com 81,82% dos produtores declarando realizar a colheita sem qualquer tipo de proteção.

Nenhum produtor relatou o uso de sistemas com cabo aéreo, tecnologia comum em bananais tecnificados e que visa à redução de danos físicos nos frutos durante o transporte (Maro; Lima; Negreiros, 2023). Condição semelhante foi relatada por Oliveira (2003). A autora relata em seu estudo que além de não haver adoção de cabo aéreo por nenhum produtor, 44,74% realizam a colheita sem proteção, 50,0% usam proteção de folhas de bananeira e apenas 5,26% dos produtores protegem o cacho com material acolchoado.

Na etapa de pós-colheita (Figura 32), os dados indicam baixa adoção de práticas de beneficiamento visando melhoria da aparência e conservação da banana. Dos

entrevistados, 24,24% dos produtores fazem a seleção dos frutos, enquanto 21,21% realizam a lavagem dos frutos e, apenas, 13,64% utilizam climatização dos frutos.

Figura 32 - Etapas de pós-colheita adotadas entre os produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

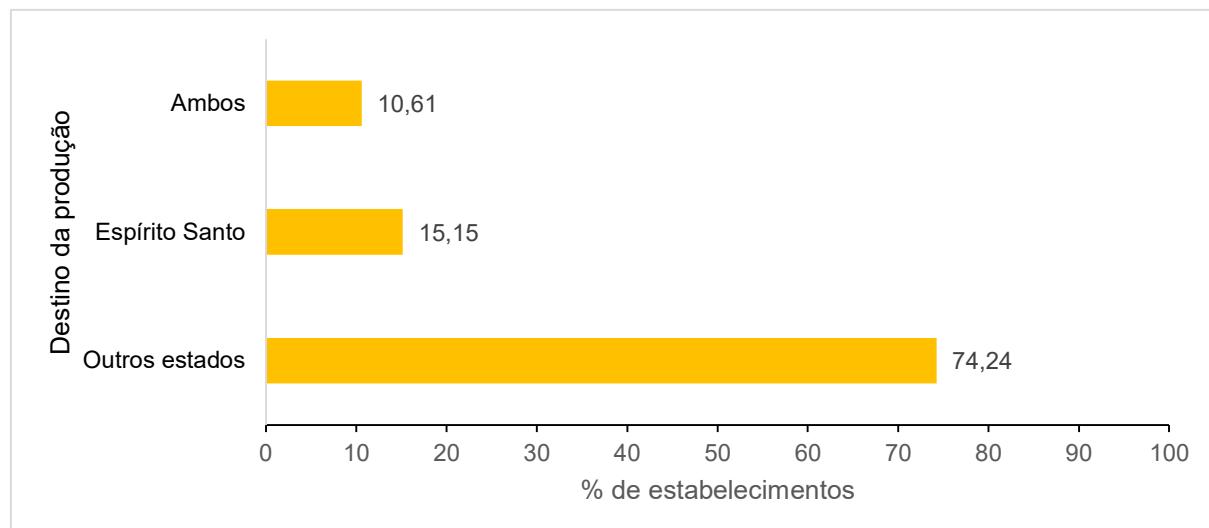
Ao analisar os dados de pós-colheita de cada município, verificou-se os maiores percentuais relacionados à Alfredo Caves, onde 42,86% realizam a seleção dos frutos, 39,29% fazem a lavagem dos frutos e 28,57% utilizam a climatização em ambientes refrigerados. Os demais municípios apresentam números que sugerem um possível direcionamento da execução dessas práticas pelos compradores/intermediários. Anchieta possui os menores percentuais nas práticas de pós-colheita analisadas, onde nenhum produtor relatou adotar as práticas citadas.

Provavelmente, a grande maioria dos agricultores não realiza essas práticas por estas ficarem à critério dos atravessadores, que ao adquirem a produção *in natura* nas propriedades assumem parte do processo, desde o transporte ao preparo da banana para o mercado. Soares *et al.* (2024) também observaram que as etapas de pós-colheita como seleção, lavagem e acondicionamento são conduzidas, em sua maior parte, pelos compradores/atravessadores, evidenciando a dependência dos produtores de banana na comercialização. Os autores ainda destacam a importância da adoção dessas práticas visando redução de perdas e a melhoria da qualidade dos frutos.

Esses números dialogam com os resultados de Galeano *et al.* (2022), que observaram que 32,20% dos produtores realizam algum tipo de seleção, 28,60% realizam a lavagem do fruto e apenas 9,39% utilizam câmara de climatização. A semelhança entre os dados reflete um padrão mais amplo no contexto da bananicultura capixaba. A carência de práticas de pós-colheita limita o potencial de agregação de valor, afeta a padronização e a aparência dos frutos e pode reduzir a aceitação do produto em mercados mais exigentes.

A comercialização da banana Prata na MLS-ES revela um cenário marcado pela forte dependência de canais intermediários e pelo baixo grau de organização dos produtores em termos de inserção no mercado. A maior parte da produção (74,24%) é destinada, exclusivamente, a outros estados, com destaque para Minas Gerais e Rio de Janeiro. Apenas 15,15% da produção é comercializada dentro do Espírito Santo, enquanto 10,61% dos produtores atendem ambos mercados (Figura 33).

Figura 33 - Destino da produção de banana subgrupo Prata da MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

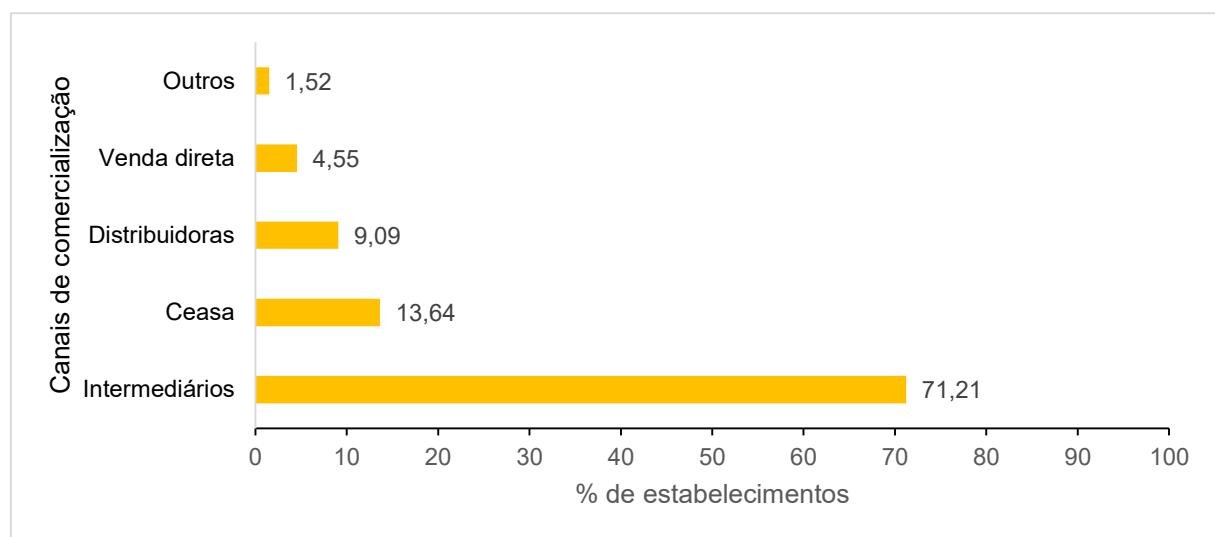
Segundo Cruz (2017), a comercialização por meio de atravessadores ainda é uma prática recorrente entre os agricultores familiares da MLS-ES, sendo essencial para o escoamento da produção, especialmente das culturas de banana e café. Esses intermediários, que atuam tanto de maneira formal quanto na informalidade, dispõem de infraestrutura para o armazenamento e transporte dos produtos até as Centrais de Abastecimento (CEASA) de Vitória e do Rio de Janeiro. Esse padrão de escoamento da produção indica que a bananicultura da MLS-ES possui uma vocação comercial

intermunicipal e interestadual consolidada, ainda que essa inserção ocorra, na maioria dos casos, sem estrutura formalizada de logística ou agregação de valor.

Galeano *et al.* (2022) citam que o principal problema na produção de banana, na perspectiva dos produtores, refere-se ao preço baixo, que apesar de estar ligado à comercialização, influencia na tomada de decisão sobre a produção e, por consequência, na adoção de tecnologias.

No que se refere aos canais de comercialização utilizados (Figura 34), observa-se que 71,21% dos produtores comercializam sua produção por meio de atravessadores, valor semelhante ao encontrado por Galeano *et al.* (2022), que identificaram 68,2% dos produtores de banana recorrendo a essa forma de venda. Essa similaridade entre os dados reforça a prevalência de um padrão comercial baseado na intermediação, o qual, embora ofereça escoamento imediato da produção, tende a reduzir o poder de barganha dos agricultores e a limitar suas margens de lucro. A recorrência desse modelo de comercialização pode ser atribuída à ausência de cooperativas atuantes, à baixa organização dos produtores em associações e à dificuldade de acesso a canais alternativos como feiras, programas governamentais de aquisição de alimentos ou mercados locais, como evidenciado na seção que discutiu esses aspectos.

Figura 34 - Canais de comercialização acessados por produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa dependência na comercialização por meio de intermediários também tende a desestimular o investimento dos agricultores em melhorias pós-colheita, padronização e qualidade da banana subgrupo Prata, uma vez que a venda ocorre em grandes volumes, estabelecidos pela demanda do mercado consumidor. Como os produtores comercializam a banana para os intermediários, e estes por sua vez são responsáveis pelo transporte, classificação e climatização, essas práticas não são estimuladas por produtores da MLS-ES. Resultados semelhantes são relatados por Galeano *et al.* (2022) e Soares *et al.* (2024).

Apenas 13,64% dos produtores acessam o mercado via CEASA/ES, um canal que, embora exija maior padronização, permite negociação direta com compradores e melhores margens de lucro. Outros 9,09% comercializam por meio de distribuidoras, enquanto 4,55% optam pela venda direta, geralmente em feiras livres ou mercados locais, o que proporciona maior autonomia sobre os preços, mas exige logística própria e dedicação ao atendimento ao consumidor final, como observado no caso dos produtores da Associação Vero Sapore, em Iconha. Apenas 1,52% utilizam outras formas de comercialização, especificamente, neste caso, fornecimento para indústria de alimentos.

Por fim, outra possibilidade de comercialização, não registrada nesta pesquisa entre os entrevistados, seria por meio das diferentes formas de processamento da banana como alternativa para agregação de valor à produção.

5.3 DIMENSÃO AMBIENTAL

5.3.1 Distribuição espacial da talhões amostrados na MLS-ES

A compreensão da variabilidade espacial dos atributos do solo está diretamente relacionada à caracterização ambiental das áreas estudadas destacando-se o relevo como um fator determinante, uma vez que diferentes formas da paisagem e declividades influenciam os padrões de distribuição desses atributos (Sanchez *et al.*, 2009).

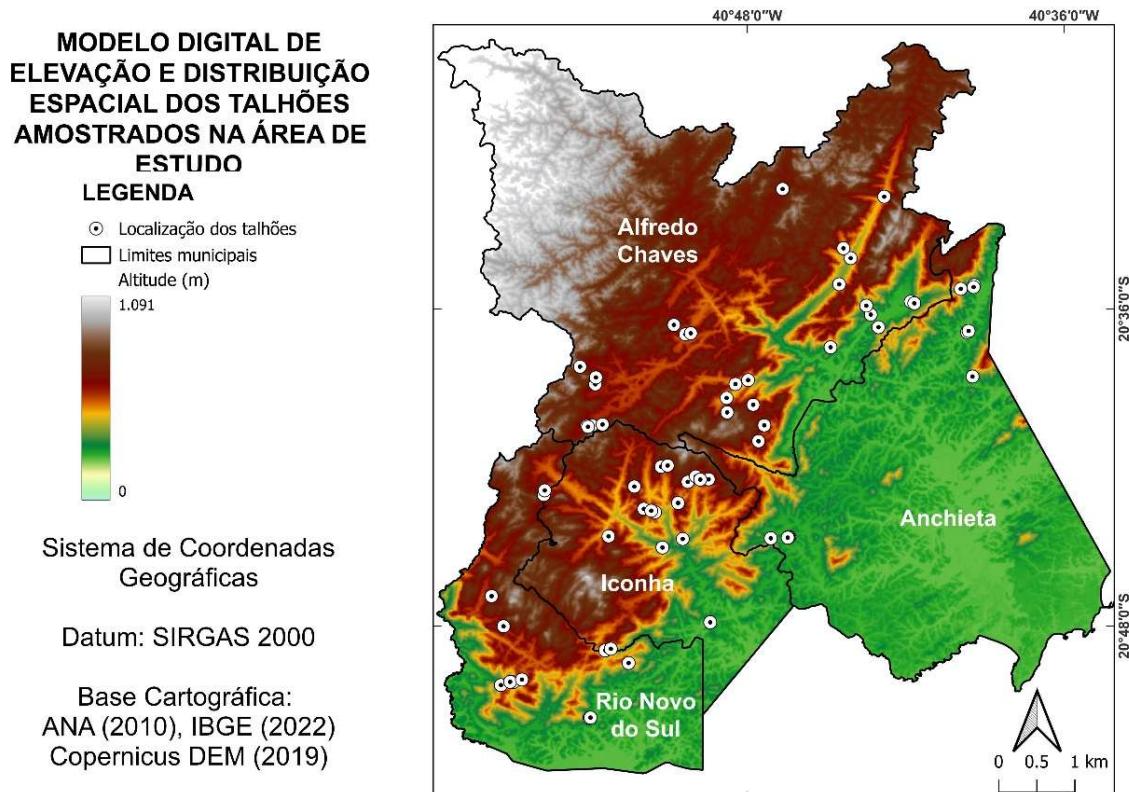
Na MLS-ES, os municípios de Alfredo Chaves, Iconha e Rio Novo do Sul apresentam paisagens marcadas por relevo fortemente ondulado a montanhoso, com presença

expressiva de vertentes convexas, retilíneas e côncavas ao longo das encostas (Anjos; Junior; Nunes, 2011).

Essas diferentes formas da superfície condicionam a redistribuição de água, matéria orgânica e nutrientes, influenciando diretamente a fertilidade e a capacidade produtiva das áreas. Nesse contexto, a análise da morfologia do terreno, baseada em modelos digitais de elevação (MDE), foi incorporada neste estudo como ferramenta complementar a interpretação dos padrões de variabilidade dos atributos do solo nas áreas cultivadas com banana subgrupo Prata.

A Figura 35 apresenta o MDE das áreas de estudo, com as respectivas localizações dos 66 talhões amostrados (identificados no Apêndice C), abrangendo os municípios dessa pesquisa.

Figura 35 - Modelo digital de elevação e distribuição espacial dos talhões amostrados nos municípios de Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha e Rio Novo do Sul localizados na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

A caracterização topográfica da MLS-ES, com base no MDE, permite compreender a variabilidade altimétrica da paisagem onde se insere a cultura da banana subgrupo Prata na região estudada. A Tabela 10 apresenta os dados descritivos da altitude dos talhões amostrados de acordo com os municípios.

Tabela 10 - Estatística descritiva da altitude (m) dos talhões amostrados nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES

Município	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
	(m)				
Alfredo Chaves	370,10	410,00	205,00	26,00	680,00
Anchieta	67,80	75,00	37,30	12,00	117,00
Iconha	387,00	393,00	147,10	40,00	592,00
Rio Novo do Sul	317,30	319,00	138,50	136,00	498,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Variações na altitude influenciam a temperatura, a chuva, a umidade relativa e a luminosidade, afetando o crescimento e a produção da bananeira pelas alterações no ciclo da cultura (Guerra *et al.*, 2010b; Lima; Silveira; Alves, 2012).

A análise descritiva dos dados altimétricos, obtidos por georreferenciamento, conforme registros no Apêndice C, revela diferenças expressivas entre talhões de banana subgrupo Prata amostrados nos quatro municípios.

O município de Anchieta apresenta os valores mais baixos de altitude, indicando maior homogeneidade altimétrica entre os talhões amostrados. Em contraposição, os municípios de Alfredo Chaves e Iconha possuem medianas superiores a 390 m e maior variabilidade altimétrica (desvios de 205,0 m e 147,10 m, respectivamente). Tais ambientes refletem terrenos variando de ondulados a montanhosos, característicos de Mares de Morros (Ab'Sáber, 2003), onde o relevo acidentado contribui para diversidade microclimática, o que pode gerar variações significativas na fenologia da banana Prata. Essas variações também podem refletir na adoção de tecnologias, especialmente em áreas de maior declividade.

Terrenos planos a suavemente ondulados, com declividades de até 8%, facilitam o uso de tecnologias como a sistematização da área durante o plantio e tratos culturais diversos com o auxílio de mecanização, além da instalação de sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão, fertirrigação e sistemas de transporte por cabos aéreos (Negreiros; Malburg, 2023).

Tal heterogeneidade altimétrica influencia significativamente os processos pedogenéticos como lixiviação, acúmulo de matéria orgânica, grau de intemperismo e retenção de água. De modo geral, as variações topográficas e altitudinais exercem influências na variação dos atributos dos solos, apresentando baixo grau de pedogênese e baixa fertilidade natural devido aos processos de perda por erosão e lixiviação em ambientes mais elevados (Pereira *et al.*, 2022).

5.3.2 Atributos dos solos dos talhões amostrados na MLS-ES

A análise granulométrica dos solos cultivados com banana subgrupo Prata em Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha e Rio Novo do Sul revelou predominância de 87,87% de solos de textura média (150 a 350 g/kg de argila), mais indicados para o cultivo da bananeira (Silva; Sousa; Accioly, 2010), e apenas 13,64% dos solos com textura argilosa.

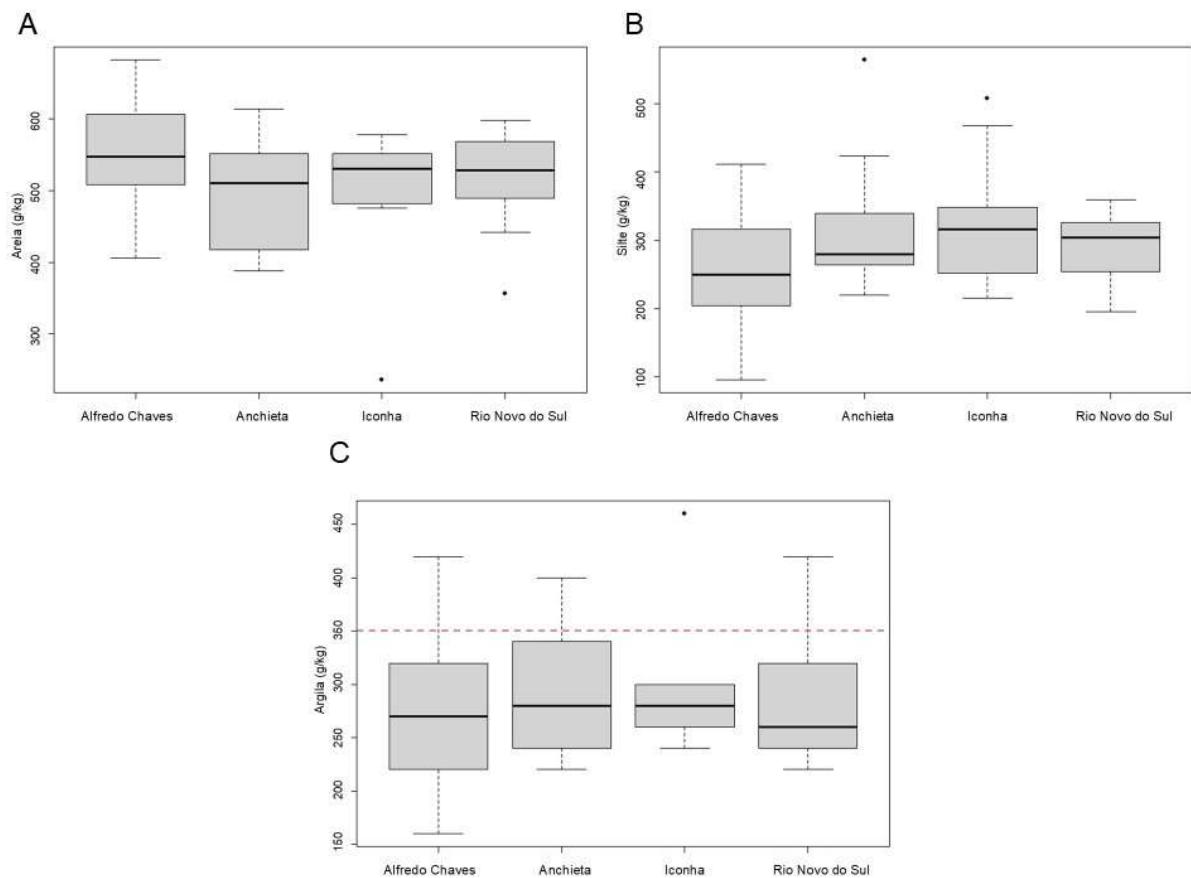
A análise da distribuição das frações granulométricas evidencia diferenças sutis entre os municípios avaliados (Figura 36) mas, de forma geral, as amostras apresentam predominância de textura média, corroborando com a classificação textural obtida.

No gráfico dos teores de areia (Figura 36 A), observa-se que Alfredo Chaves apresenta a maior mediana entre os municípios, além de maior amplitude, indicando solos com maior variação textural. Essa característica sugere a influência do relevo mais acidentado.

Para os teores de silte (Figura 36 B), nota-se distribuição mais homogênea entre os municípios, com intervalos interquartis semelhantes, sugerindo uma distribuição relativamente uniforme dessa fração granulométrica nos solos da região analisada, com variações moderadas entre as amostras.

Já os teores de argila (Figura 36 C) apresentam maior variabilidade entre as amostras, evidenciada pela maior amplitude interquartil e pela presença de limites superiores maiores quando comparados às variações de areia e silte. Apesar disso, as medianas encontram-se próximas, na faixa entre 200,0 a 250,0 g/kg. As amostras de Alfredo Chaves apresentaram a maior dispersão dos dados, indicando a necessidade de adoção de práticas de manejo de solo distintas ajustadas às condições físico-químicas específicas dos solos de cada talhão.

Figura 36 - Distribuição dos teores das frações granulométricas dos solos dos talhões de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES: Areia(A); Silte (B); e Argila (C) (g/kg).



Nota: Linha tracejada (figura C) = limite de 350 g/kg de argila adotado para classificação de textura argilosa, conforme Santos *et al.* (2018); Pontos (figuras A e B) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados demonstram que embora haja variações locais, os solos da região de estudo apresentam predomínio de textura média, o que favorece o manejo agrícola, especialmente para a cultura da banana, que demanda boa drenagem, mas também, capacidade razoável de retenção de umidade. Contudo, áreas com teores

mais elevados de areia podem exigir maior atenção no manejo da fertilidade e irrigação, devido à menor capacidade de retenção de água e nutrientes. Em solos de textura mais arenosa, práticas como o aporte contínuo de resíduos orgânicos ao solo, como a adubação orgânica e uso de plantas de cobertura, são fundamentais para o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), contribuindo significativamente para a melhoria de sua fertilidade (Guimarães; Deus, 2023).

Na Tabela 11 são apresentados os dados de estatísticas descritivas dos principais atributos químicos do solo, na camada de 0-0,20 m, dos 66 talhões amostrados na MLS-ES. Os valores de referência seguiram as classes de interpretação oficiais para o Espírito Santo, proposta por Prezotti *et al.* (2007).

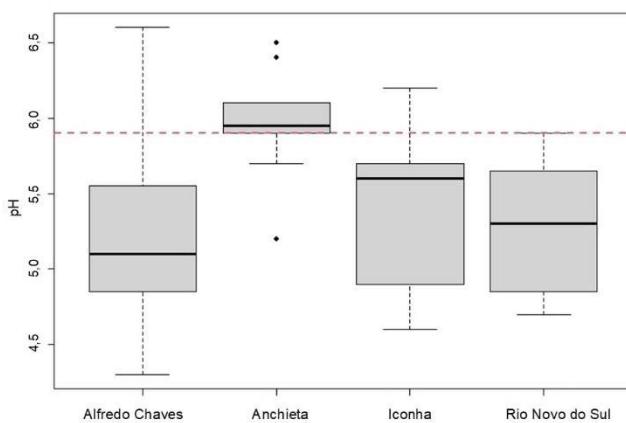
Tabela 11 - Estatística descritiva dos atributos químicos do solo dos talhões de cultivo de banana subgrupo Prata nos municípios de Alfredo Chaves, Anchieta, Iconha e Rio Novo do Sul, pertencente a MLS-ES

Atributo	Unidade	Média	Mediana	Desvio padrão	Mín.	Máx.	Valores de referência ¹
pH (H ₂ O)	-	5,4	5,4	0,5	4,3	6,6	6,0 - 6,5
Al ³⁺	cmol _c /dm ³	0,3	0,3	0,4	0,0	1,9	-
H+Al	cmol _c /dm ³	4,2	3,8	1,6	1,8	8,8	-
SB	cmol _c /dm ³	4,8	4,9	1,9	1,2	8,6	2,0 - 5,0
CTC (T)	cmol _c /dm ³	9,1	8,7	1,5	6,3	12,0	4,5 - 10,0
CTC (t)	cmol _c /dm ³	5,2	5,2	1,6	2,3	8,6	2,5 - 6,0
V	%	52,7	55,8	17,0	16,7	78,7	50,0 - 70,0
MO	dag/kg	3,0	3,0	0,6	1,6	4,3	1,5 - 3,0
P	mg/dm ³	20,8	13,0	22,5	2,0	126,0	10,0 - 20,0
K ⁺	mg/dm ³	179,9	150,0	111,5	53,0	540,0	60,0 - 150,0
S	mg/dm ³	8,5	7,0	4,5	3,0	22,0	5,0 - 10,0
Ca ²⁺	mg/dm ³	3,5	3,6	1,4	0,6	6,5	1,5 - 4,0
Mg ²⁺	mg/dm ³	0,8	0,8	0,5	0,2	2,6	0,5 - 1,0
B	mg/dm ³	0,2	0,2	0,08	0,08	0,4	5,0 - 10,0
Zn	mg/dm ³	4,1	3,4	2,3	1,2	11,4	1,0 - 2,2
Cu	mg/dm ³	1,0	0,8	0,9	0,1	3,9	0,8 - 1,8
Fe	mg/dm ³	123,5	110,0	63,1	21,0	343,0	20,0 - 45,0
Mn	mg/dm ³	82,8	70,0	66,5	6,7	227,0	5,0 - 12,0

Fonte: ¹Adaptado de Prezotti *et al.* (2007).

A acidez ativa do solo é avaliada por meio da determinação do seu pH (Souza; Miranda; Oliveira, 2007). Zucoloto (2023) destaca que, embora a bananeira seja uma planta tipicamente tropical e adaptada a condições de solos mais ácidos, seu bom desenvolvimento ocorre em solos com valores de pH entre 6,0 a 6,5. Nesse sentido, adotou-se para o diagnóstico da acidez ativa das áreas estudadas o valor de referência para pH igual à 5,9, conforme indicado pela linha tracejada vermelha no boxplot (Figura 37).

Figura 37 - *Boxplot* dos valores de pH dos talhões de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valor de referência (pH 5,9), conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos abaixo e acima dos limites (Anchieta) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

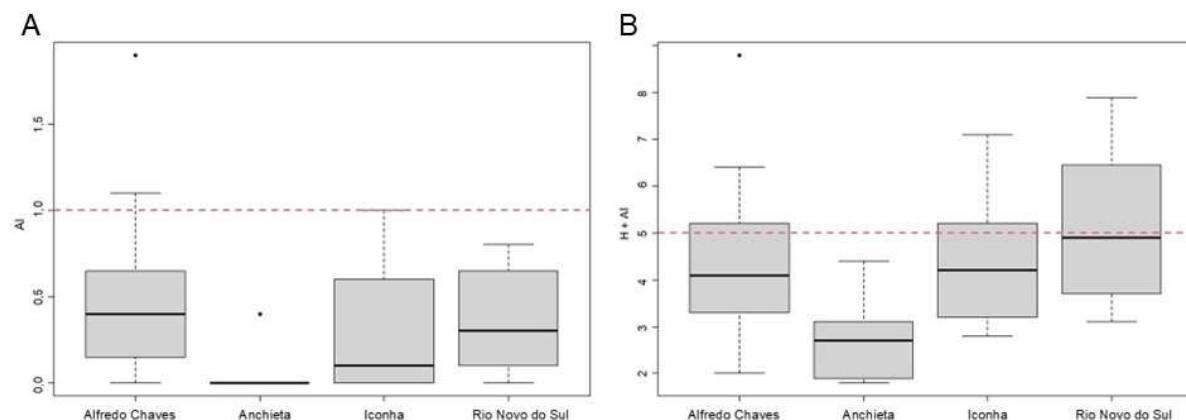
Observa-se que as áreas em Anchieta apresentam valores medianos de pH ligeiramente acima de 5,9, indicando condições mais adequadas ao cultivo da banana, com base nesse parâmetro. A presença de *outliers* nesse município indica, entretanto, a existência de pontos amostrais com valores extremos, que podem refletir diferenças no manejo da calagem, variações texturais do solo ou heterogeneidade no uso de corretivos. Na prática, esses pontos destoantes sugerem áreas localizadas dentro da amostra com pH mais elevado ou reduzido, o que pode comprometer a disponibilidade equilibrada de nutrientes e demandar ajustes pontuais no manejo da acidez. Os valores de pH encontrados em Anchieta também podem ser explicados pelos maiores percentuais de adoção da calagem entre os municípios (60,0%), provavelmente recomendados mais assertivamente, pelo município também ter apresentado os maiores percentuais de acesso à ATER e adoção da análise química do solo (90,0% e 40,0%, respectivamente).

Em Rio Novo do Sul e Iconha, as medianas encontram-se próximas e a amplitude interquartil (a faixa entre o primeiro e o terceiro quartil) não é muito distinta entre eles. Ainda assim, apresentam valores de pH abaixo da referência (5,9), sugerindo solos ligeiramente mais ácidos, com necessidade de atenção quanto à correção da acidez. Já Alfredo Chaves apresenta a menor mediana dentre os municípios, com maior amplitude e valores mínimos de pH inferiores a 4,5, sugerindo elevada acidez em parte das áreas, condição que pode limitar a disponibilidade de nutrientes e aumentar a toxicidade por alumínio.

De forma coerente com esses resultados, Pires *et al.* (2003) ao avaliarem a fertilidade das principais unidades de solos cultivadas no Espírito Santo, observaram que 44,0% dos solos amostrados apresentaram acidez ativa elevada, com mediana igual a 5,0, evidenciando a predominância de solos ácidos no estado, reforçando a importância do manejo adequado da acidez do solo nos agroecossistemas.

Todos os municípios apresentaram valores medianos bem abaixo do valor considerado alto ($1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) para acidez trocável (Al^{3+}) (Figura 38 A). No entanto, Prezotti (2013) afirma que em razão da toxicidade do Al^{3+} , para o melhor o desenvolvimento da banana, os teores em solo devem estar abaixo de $0,3 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$.

Figura 38 - *Boxplot* dos valores de acidez trocável (A) e acidez potencial (B) ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) dos talhões de banana subgrupo Prata, nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valores de referência ($\text{Al}^{3+} = 1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$); ($\text{H} + \text{Al} = 5,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos (figura A Alfredo Chaves, Anchieta) = valores discrepantes.
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os solos das propriedades amostradas em Anchieta destacaram-se pelos baixos ou nulos valores de Al^{3+} , o que corrobora com os valores de pH apresentados anteriormente, indicando possivelmente solos bem corrigidos por meio da calagem, conforme já mencionado. Os solos dos talhões de Alfredo Chaves apresentaram maior variabilidade nos teores de Al^{3+} , com valor de mediana próximo de 0,5 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$. Os solos cultivados com banana subgrupo Prata nos municípios de Iconha e Rio Novo do Sul apresentaram mediana dos teores de Al^{3+} próximos de 0,3 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, indicando a necessidade de correção de acidez específica a cada talhão possibilitando, ainda, a redução de incidência de doenças como o mal-do-Panamá, que se desenvolve preferencialmente em solos ácidos (Guimarães; Deus, 2023).

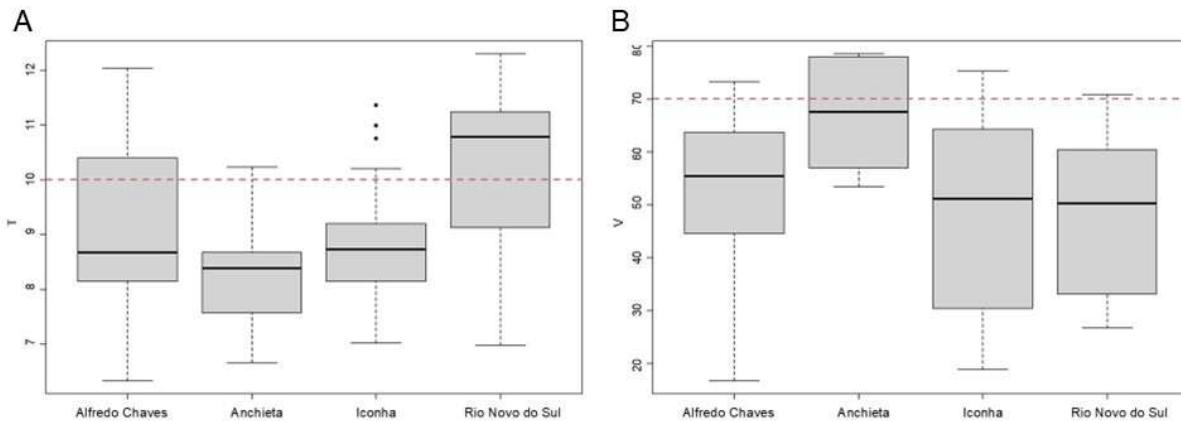
Quanto à acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) (Figura 38 B), os solos amostrados nos bananais de Rio Novo do Sul apresentaram os maiores valores, com mediana ligeiramente abaixo de 5,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e ampla variação, o que implica maior demanda por correção da acidez em determinadas áreas. Ressalta-se que neste município não houve registros da adoção da análise química de solo, além de ter apresentado o menor percentual de uso da calagem entre os municípios da MLS-ES. Anchieta apresentou a menor acidez potencial entre os municípios, com baixa dispersão dos resultados, reforçando o bom equilíbrio da acidez do solo associado ao manejo, conforme já indicado nos parâmetros anteriores.

A maior parte das amostras de solo analisadas por Pires *et al.* (2003) foram classificadas como de média a alta acidez potencial e Al^{3+} trocável (89,1%), sendo recomendado a prática da calagem nos solos, antes de inseri-los no processo produtivo. Em contrapartida, Pires *et al.* (2023) identificaram índices mais baixos de acidez trocável e acidez potencial, com médias de 0,02 e 2,2 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, respectivamente, para as condições do Espírito Santo. Provavelmente, o uso do solo está relacionado com os valores distintos entre os dois estudos, sendo o primeiro em solos sob condições naturais, e o segundo em lavouras de café com maior adoção de manejo da fertilidade.

A capacidade de troca catiônica (T) e a saturação por bases (V) são importantes indicadores da fertilidade do solo. Os valores de referência adotados nos gráficos boxplot (Figura 39) são de 10,0 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, para CTC, e 70,0%, para V, valores considerados adequados para cultura da bananeira (Prezotti *et al.*, 2007). No entanto,

alguns estudos indicam a elevação da saturação por bases para 80,0% no manejo da adubação de bananeiras em cultivos irrigados (Guimarães; Deus, 2023; Zucoloto, 2023).

Figura 39 - *Boxplot* dos valores de capacidade de troca de cátions potencial - T (cmol_c/dm³) (A) e saturação por bases - V (%) (B) dos talhões de cultivo da banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valores de referência (T = 10,0 cmolc/dm³); (V = 70,0%), conforme Prezotti et al. (2007); Pontos (fig.(A) Iconha) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

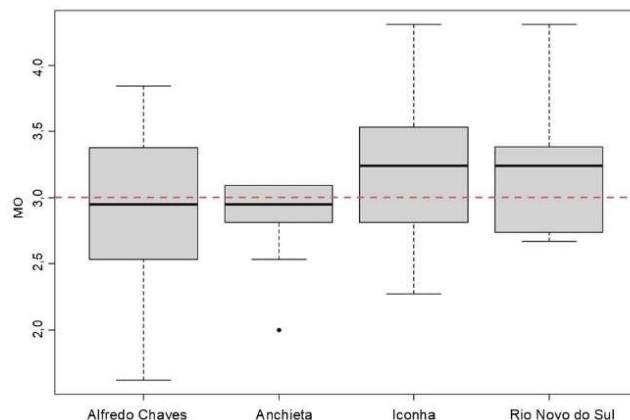
Os solos das propriedades amostradas no município de Rio Novo do Sul apresentam a maior mediana de T (10,8 cmol_c/dm³), com valores consistentes e baixa incidência de valores extremamente baixos. Os solos amostrados em Alfredo Chaves mostram ampla variabilidade e uma mediana de T inferior a 10,0 cmol_c/dm³, o que sugere situações contrastantes dentro do município, provavelmente devido sua maior dispersão espacial entre as áreas amostradas. Iconha apresentou alguns *outliers* indicando, possivelmente, estratégias distintas de manejo dos solos desse município, sugeridas pela maior adoção de adubação orgânica neste município (76,5%).

No que se refere à saturação por bases (V), os solos amostrados em Anchieta apresentam maior mediana (67,6%), com baixa dispersão dos dados. Os demais municípios possuem maior variabilidade, com medianas variando entre 50,3%, em Rio Novo do Sul, a 55,4%, em Alfredo Chaves.

A matéria orgânica do solo (MO) é um atributo que apresenta alta sensibilidade ao manejo do solo e dos cultivos agrícolas (Silva et al., 2022). Em solos tropicais, a MO é a principal responsável pela geração de cargas negativas do solo (Prezotti, 2013).

A manutenção da MO tem influência direta e positiva na atividade biológica do solo e, consequentemente, na ciclagem dos nutrientes (Guimarães; Deus, 2023). Quanto ao diagnóstico da MO nas áreas de estudo (Figura 40), a linha de referência adotada foi 3,0 dag/kg, conforme classes de interpretação definidas por Prezotti *et al.* (2007).

Figura 40 - *Boxplot* dos teores de matéria orgânica - MO (dag/kg) dos talhões de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valor de referência (MO = 3,0 dag/kg) conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos (Anchieta) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os solos coletados nas propriedades com cultivo de banana nos municípios de Iconha e Rio Novo do Sul destacam-se positivamente, com medianas acima da referência (3,2 dag/kg), com Iconha apresentando maior variabilidade entre os talhões, indicando variações de aporte de resíduos vegetais, comum em bananais com maior tempo de implantação, além da influência dos maiores índices de uso da adubação orgânica (76,5%). Os solos dos bananais de Alfredo Chaves também apresentam grande amplitude de variação dos teores de MO, o que sugere a presença de áreas com níveis satisfatórios e outras com déficit de matéria orgânica, provavelmente pela maior distribuição espacial das amostras. Anchieta apresenta baixa dispersão, com teor de MO de 2,9 dag/kg, abaixo da referência, o que pode ser característico dos solos predominantes nas comunidades rurais onde se concentram as amostragens (Córrego da Prata, à sudoeste, e Olivânia, à noroeste do município).

De acordo com Faria (2020), o manejo característico da bananicultura, marcado pela elevada deposição de biomassa, exerce papel fundamental no aumento do teor de MO e na melhoria da qualidade física e microbiológica do solo, favorecendo a

manutenção de padrões relativamente homogêneos de qualidade edáfica, como observado no presente estudo, independentemente do arranjo produtivo adotado.

Nos solos avaliados, observou-se que áreas com maiores teores de MO tendem a apresentar valores mais elevados de acidez potencial ($H + Al$). Essa relação é explicada pela presença de grupos funcionais ácidos na matéria orgânica, que aumentam a capacidade de troca de cátions (T). Em solos tropicais com cargas predominantemente variáveis, dependentes de pH, em estádio avançado de intemperismo, onde predominam argilas de baixa CTC, a matéria orgânica assume papel central na retenção de cargas, tornando-se a principal responsável pela acidez potencial. Esse efeito, embora positivo para a capacidade tampão, implica maior necessidade de calagem quando se busca elevar a saturação por bases para níveis adequados às exigências das culturas (Silva; Mendonça, 2007).

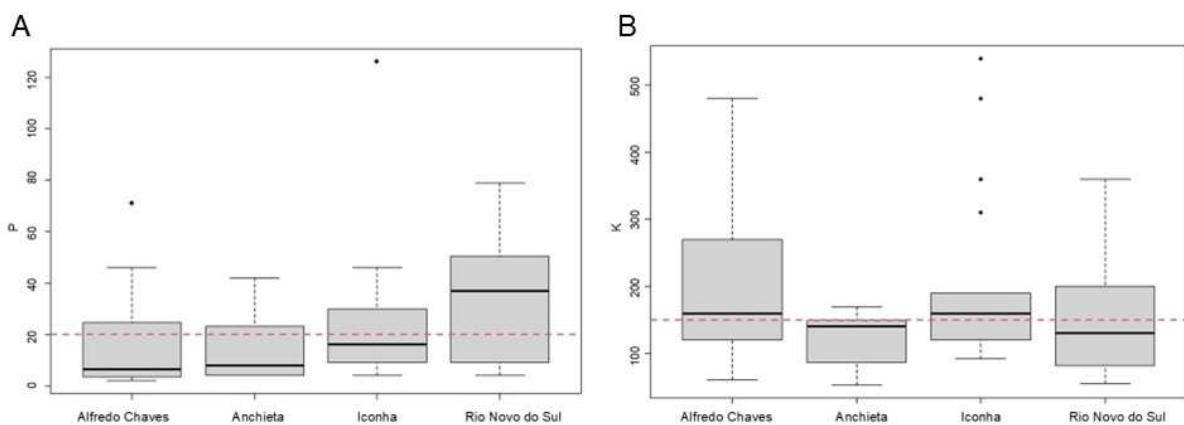
Pires *et al.* (2003) constataram que 66,8% das amostras de solo apresentaram altos teores de MO, justificados pela elevada acidez, a qual reduz a atividade microbiana. Pires *et al.* (2023) identificou teores de MO menores que dos municípios da MLS-ES avaliados nesta pesquisa (média de 3,0 dag/kg). Ressalta-se que as condições de solo analisadas, nos Tabuleiros Costeiros, onde a baixa fertilidade natural dos solos, combinada com textura predominantemente arenosa e clima quente e úmido, favorecem a rápida oxidação da matéria orgânica, influenciam nos resultados de teores mais baixos apresentados por Pires *et al.* (2023).

A bananeira apresenta elevada exigência nutricional, em razão tanto da produção de grande massa vegetativa quanto da significativa quantidade de nutrientes absorvidos e posteriormente exportados pelos frutos (Borges, 2012). Dentre os macronutrientes, o potássio (K^+) e o nitrogênio (N) são os mais absorvidos pela bananeira, seguidos do cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), enxofre ($S-SO_4^{2-}$) e fósforo (P), analisados a seguir, com exceção do N e do S.

A distribuição dos teores de fósforo (P) e potássio (K^+) nos solos dos municípios analisados revela variações consideráveis que podem estar relacionados às diferenças observadas no manejo de adubação da banana subgrupo Prata na MLS-ES. Os valores de referência adotados nos gráficos *boxplot* (Figura 41), estão

relacionados aos níveis críticos desses nutrientes (20 e 150 mg/dm³, respectivamente), conforme Prezotti *et al.* (2007).

Figura 41 - *Boxplot* dos teores de fósforo (A) e potássio (B) (mg/dm³) dos talhões de banana subgrupo Prata, nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valor de referência ($P = 20 \text{ mg/dm}^3$); ($K = 150 \text{ mg/dm}^3$), conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos ((A) Alfredo Chaves, Iconha; (B) Iconha) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os solos dos municípios de Rio Novo do Sul apresentaram o maior valor de mediana de P (Figura 41 A), com a maior parte das amostras acima do nível crítico. A amplitude dos dados é elevada, indicando variabilidade entre os pontos amostrados. Alfredo Chaves e Anchieta mostraram as menores medianas, com amplitude interquartil similares.

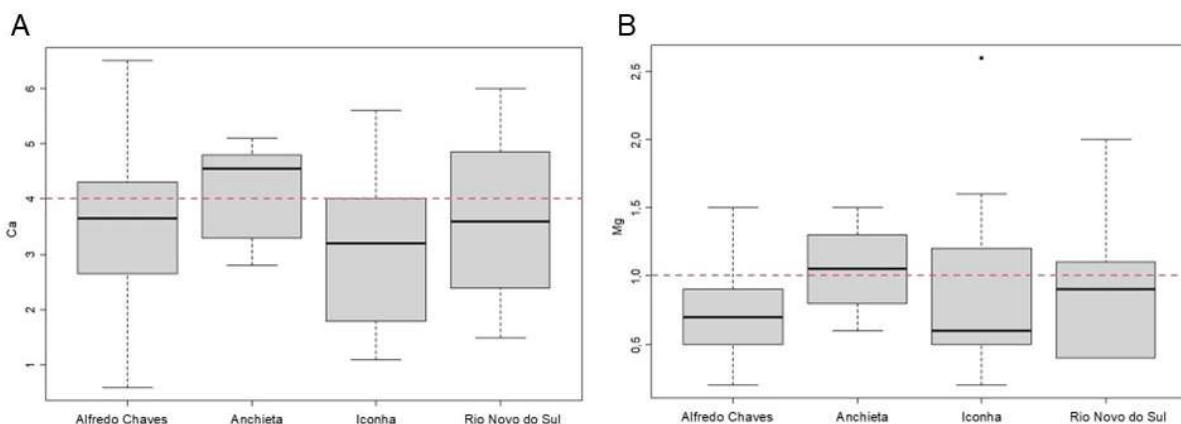
A presença de *outliers* em Alfredo Chaves e Iconha indica a ocorrência de áreas com teores de P bem acima do nível crítico, possivelmente devido a aplicações de fertilizantes fosfatados em doses elevadas, ou possivelmente pela contaminação da amostra em decorrência da coleta de solo em intervalo posterior à adubação. Os resultados sugerem que, embora em geral, os solos apresentem níveis de P próximos do adequado, há necessidade de atenção para algumas áreas, o que podem comprometer o desenvolvimento das culturas.

Os teores de K⁺ (Figura 41 B) apresentaram variabilidade entre os municípios. Alfredo Chaves destacou-se com a maior variação nos dados, sugerindo a ocorrência de solos com diferentes níveis de fertilidade ou histórico de manejo variável ligados, especialmente a deposição de resíduos ricos nesse nutriente (palha de café, cinzas e restos culturais). A cultura da banana desenvolve-se melhor em solos com altos teores

de K^+ e elevada capacidade de reposição pelos minerais (Prezotti, 2013). Iconha também apresentou valores relativamente elevados de K^+ , com vários *outliers* acima da mediana, também indicando maiores aplicações de fertilizantes potássicos ou adubos orgânicos mais ricos neste nutriente, o que sugere a necessidade de ajustes na recomendação de adubação potássica, independentemente de sua origem (mineral ou orgânica).

Os teores trocáveis de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}) no solo são essenciais para a nutrição vegetal e estão diretamente ligados à acidez e à fertilidade do solo (Prezotti, 2013). Os gráficos *boxplot* (Figura 42) ilustram a variabilidade da distribuição desses nutrientes entre os municípios estudados e seus níveis críticos (4,0 e 1,0 $cmol_c/dm^3$, respectivamente para Ca^{2+} e Mg^{2+}), conforme Prezotti *et al.* (2007).

Figura 42 - *Boxplot* dos teores de cálcio (A) e magnésio (B) ($cmol_c/dm^3$) dos talhões de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valor de referência ($Ca = 4,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$), ($Mg = 1,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$) conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos ((B) Iconha) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se na Figura 42 A que a maioria das áreas avaliadas apresenta teores variáveis de Ca^{2+} . Anchieta destaca-se por apresentar a menor variabilidade entre as amostras, sendo o único município com mediana acima do nível crítico. Em contraste, Alfredo Chaves apresenta maior variabilidade e Iconha apresenta menor mediana, o que sugere necessidade de correções em determinadas áreas.

Em solos tropicais, o Al^{3+} costuma predominar no complexo de troca, entretanto, em áreas cultivadas práticas de manejo da fertilidade, como a calagem, favorecem a predominância do Ca^{2+} , cuja atuação é essencial para a estabilização da MO. Esse

cátion contribui tanto para a floculação e agregação das partículas do solo, promovendo maior estabilidade física, quanto para a condensação das moléculas orgânicas ao neutralizar cargas negativas presentes nos grupamentos funcionais da MO (Silva; Mendonça, 2007).

Os teores de Mg^{2+} (Figura 42 B) apresentam variações significativas entre os municípios. Anchieta, novamente, se sobressai com os maiores valores medianos de Mg^{2+} acima do nível crítico, sugerindo maior disponibilidade desse nutriente. Os solos com cultivo de banana em Iconha e Alfredo Chaves apresentaram comportamento oposto quanto aos teores de Mg^{2+} , com grande variabilidade de resultados, apontando uma situação de atenção quanto à aplicação de corretivos ricos em magnésio, como o calcário dolomítico. Os dados sobre adoção de calagem nos municípios corroboram para os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} observados. Enquanto Anchieta apresentou o maior percentual de produtores que realizam essa prática (60,0%), os demais municípios registraram percentuais significativamente menores, variando entre 17,6% e 35,7%.

Pires *et al.* (2023) identificaram teores médios de 67,2 mg/dm³ para K^+ e de 2,5 e 0,7 cmol_c/dm³, respectivamente, para Ca^{2+} e Mg^{2+} . Rossetti (2024) ao avaliar o estado nutricional dos bananais da região do Vale do Ribeira, identificou teores médios de Ca^{2+} de 5,0 cmol_c/dm³, e Mg^{2+} de 1,8 cmol_c/dm³, superiores à média geral da MLS-ES.

5.4 ANÁLISE INTEGRADA E PERCEPÇÕES DOS FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE

5.4.1 Desempenho produtivo da bananicultura na MLS-ES

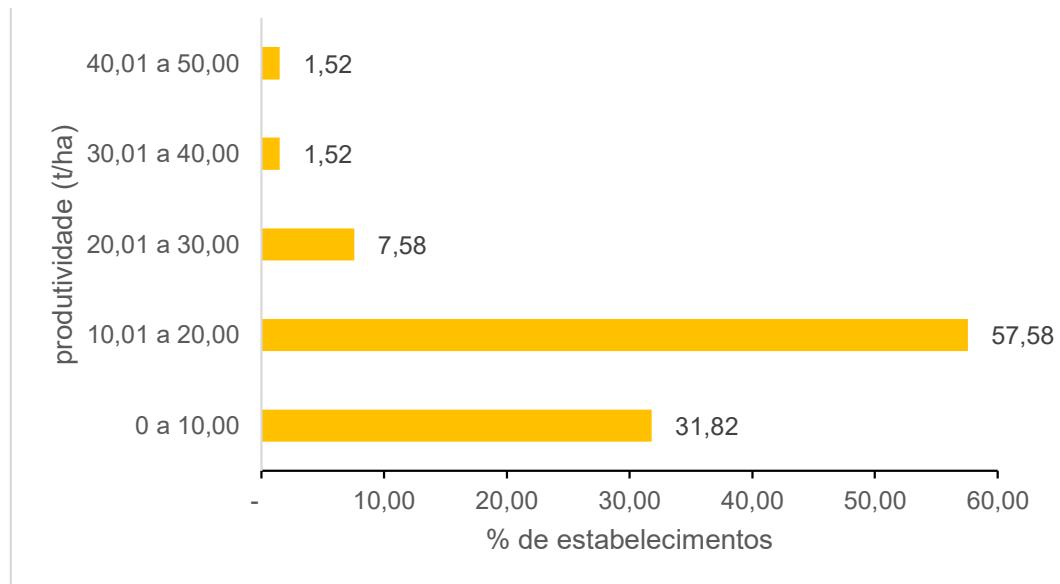
A produtividade agrícola é uma variável central para a compreensão da eficiência dos sistemas produtivos, especialmente em contextos da agricultura familiar, onde múltiplos fatores interagem de forma complexa para determinar os resultados obtidos. Meurer (2007) indica que a produtividade das culturas é dependente de uma gama de variáveis, como fatores associados ao clima, além daqueles inerentes à própria planta e aos atributos do solo.

No caso da bananicultura do subgrupo Prata, diversos elementos relacionados às condições socioeconômicas dos produtores, às condições edafoclimáticas, ao

manejo, à fertilidade do solo e ao acesso a tecnologias influenciam diretamente o desempenho das lavouras. Diante disso, a análise da produtividade média observada nos municípios estudados permite identificar padrões regionais e possíveis desigualdades no uso dos recursos produtivos. As estimativas de produtividade foram obtidas com base nas informações de produção e área cultivada autodeclaradas pelos agricultores durante a aplicação do questionário estruturado, possibilitando análises comparativas do desempenho produtivo da banana subgrupo Prata na MLS-ES.

A produtividade média dos 66 talhões avaliados foi de 13,46 t/ha, valor inferior à média estadual registrada em 2024 (14,84 t/ha) (IBGE, 2024). Observa-se na Figura 43 que a grande maioria dos estabelecimentos apresenta níveis de produtividade considerados baixos para padrões de lavouras tecnificadas: 57,6% produzem entre 10,01 e 20,0 t/ha, e 31,82% produzem até 10,0 t/ha, totalizando 89,4% dos talhões com produtividade abaixo de 20,0 t/ha. Apenas uma pequena fração dos produtores atinge produtividades superiores a esse patamar, com 7,6% entre 20,01 e 30,0 t/ha e apenas 1,5% em cada uma das faixas de 30,01 a 40,0 t/ha e 40,01 a 50,0 t/ha. Galeano *et al.* (2022) registraram produtividade média ainda menor (8,28 t/ha) para cultivares de banana do subgrupo Prata.

Figura 43 - Distribuição da produtividade dos talhões de banana do subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

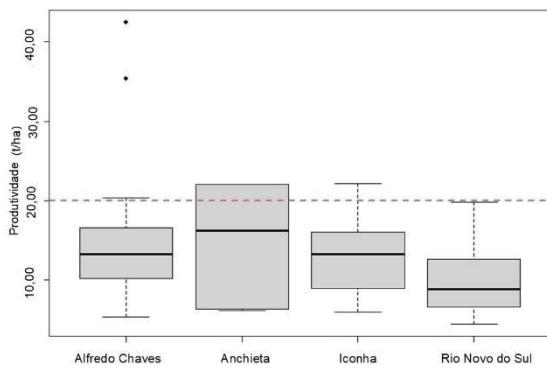
A análise descritiva revela variações consideráveis entre os municípios estudados, apesar destes apresentarem produtividade média considerada baixa para a bananicultura (Tabela 12). De forma complementar, a distribuição dos dados de produtividade entre os talhões dos municípios é ilustrada na Figura 44.

Tabela 12 - Estatística descritiva da produtividade (t/ha) dos estabelecimentos produtores de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES

Município	Média	Mediana	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
t/ha					
Alfredo Chaves	14,56	13,20	7,97	5,28	42,43
Anchieta	14,56	16,17	6,62	6,09	22,00
Iconha	13,11	13,20	4,81	5,94	22,15
Rio Novo do Sul	10,21	8,80	5,03	4,40	19,80

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 44 - *Boxplot* dos valores de produtividade média (t/ha) dos talhões de banana subgrupo Prata nos quatro municípios estudados dentro da MLS-ES



Nota: Linha tracejada = valor de referência (menor classe de produtividade esperada em cultivos com irrigação = 20,0 t/ha) conforme Prezotti *et al.* (2007); Pontos (Alfredo Chaves) = valores discrepantes (*outliers*).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Anchieta apresentou a maior mediana de produtividade (16,17 t/ha) e maior amplitude interquartil. Alfredo Chaves e Iconha tiveram resultados similares, exceto pela presença de dois *outliers* em Alfredo Chaves. Rio Novo do Sul obteve a menor média

e mediana, com limite superior abaixo de 20,0 t/ha. A presença de *outliers* em Alfredo Chaves sugere a presença de situações excepcionais de manejo ou maior tecnificação. Essa variação pode estar associada a fatores como o tipo de manejo adotado e aspectos socioeconômicos, que influenciam o uso de tecnologias e o acesso a recursos produtivos.

Os dados obtidos reforçam a importância de análises que integrem as múltiplas dimensões da sustentabilidade, a fim de identificar os principais condicionantes da produtividade e subsidiar estratégias mais eficazes de manejo e de formulação de políticas públicas voltadas ao fortalecimento da bananicultura familiar na região estudada. Para Baptistella, Coelho e Ghobril (2019), o aumento da produtividade e qualidade dos frutos são estratégias essenciais para o sucesso da bananicultura.

5.4.2 Correlações entre variáveis analisadas e a produtividade

A Tabela 13 apresenta os resultados da ANOVA do modelo de regressão múltipla, considerando variáveis socioeconômicas, tecnológicas e atributos do solo sobre a produtividade da bananeira.

Tabela 13 - Análise de variância (ANOVA) do modelo de regressão linear múltipla para a produtividade da bananeira subgrupo Prata em função de variáveis socioeconômicas, tecnológicas e de atributos do solo

Variável	GL	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F	Valor de p (Pr(>F))
Teores de potássio (K ⁺)	1	3.940.119	3.940.119	0,21	0,6491
Teores de ferro (Fe ²⁺)	1	213.469.983	213.469.983	11.338,00	0,0014
Teores de boro (B)	1	63.606.212	63.606.212	3.378,00	0,0713
Tipo de adubação	2	290.757.967	290.757.967	15.442,00	0,0002
Capina mecânica	1	461.413.574	461.413.574	24.506,00	<0,000
Conservação de solo	1	488.109.820	488.109.820	25.924,00	<0,000
Crédito rural	1	113.126.166	113.126.166	6.008,00	0,0173
Renda da cafeicultura	1	186.256.306	186.256.306	9.892,00	0,0024
Resíduo	56	107.320.7918	188.282.09		

Nota: $R^2 = 0,57$; GL: graus de liberdade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise do modelo de regressão linear múltipla envolvendo o conjunto de variáveis socioeconômicas, tecnológicas e de atributos do solo mostra que oito variáveis analisadas foram significativas para explicar a produtividade da banana. Destacam-se as variáveis tecnológicas relacionadas à conservação do solo, à adoção de capina mecânica e ao tipo de adubação, que apresentaram maior significância ($p < 0,001$). Esses resultados evidenciam que as práticas de manejo do solo exercem influência direta sobre os níveis de produtividade observados na cultura da banana.

A conservação do solo destacou-se como uma das variáveis de maior poder explicativo, evidenciando a relevância das práticas conservacionistas no contexto da bananicultura do subgrupo Prata na MLS-ES. Esse resultado pode estar relacionado à predominância das áreas de cultivo em relevo mais declivoso, o que aumenta a suscetibilidade aos processos erosivos. Nesse sentido, práticas como o plantio em curva de nível, cultivo mínimo, construção de caixas secas, terraços, renques de vegetação, manejo alternado de capinas e o uso de cobertura do solo (morta ou viva) são fundamentais para a manutenção da produtividade, sobretudo em áreas com declividade entre 8,0% e 20,0% (Silva; Sousa; Accioly, 2010). Segundo os autores, a cobertura do solo, prática que pode ser realizada com biomassa do próprio bananal (folhas, brotações, pseudocaules e engaços) reduz o impacto direto das gotas de chuva, contribui para a manutenção da matéria orgânica, preserva a fertilidade e a umidade, regula a temperatura e limita o avanço de plantas invasoras.

A elevada significância relacionada a capina mecânica, reforça a importância do manejo conservacionista do solo e do controle das plantas espontâneas. Essa prática reduz a competição por água e nutrientes, melhora a infiltração e aeração do solo e favorece a incorporação de resíduos orgânicos. Além disso, evita o uso intensivo de herbicidas e reduz a penosidade no trabalho. Dessa forma, a capina mecânica se destaca como uma prática de manejo coerente com os princípios da agroecologia. Guerra *et al.* (2010b) destacam que os quatro primeiros meses de instalação do bananal são os mais sensíveis à competição por plantas espontâneas. Recomenda-se o manejo do mato por meio da capina a partir do 2º mês após o plantio até o período em que a sombra do bananal retarde a germinação ou rebrota das plantas espontâneas (Lima; Alves; Silveira, 2012).

O tipo de adubação também apresentou significância elevada com a produtividade, evidenciando o papel determinante das práticas de manejo nutricional na produtividade. Propriedades que adotam adubação adequada, tanto na implantação quanto na manutenção da lavoura, tendem a alcançar melhores resultados, reflexo da oferta gradual de nutrientes desde o estabelecimento da cultura até os estádios fenológicos de maior demanda nutricional. Essa constatação reforça os princípios da agroecologia, nos quais o manejo integrado da fertilidade contribui para sistemas mais resilientes e sustentáveis. A falta de diagnóstico dos atributos químicos do solo e o desconhecimento da exigência nutricional da cultura pode induzir o produtor à adoção da adubação de forma empírica e inadequada, afetando significativamente o desenvolvimento e a produtividade da bananeira (Oliveira, 2003).

Dentre às variáveis relacionadas aos atributos de solo destacam-se, principalmente, os teores de ferro (Fe^{2+}) com maior significância para a produtividade. A distribuição desse elemento entre as amostras apresentou variabilidade entre os micronutrientes analisados. Em decorrência dos altos teores de Fe^{2+} encontrados na maioria das amostras, característico em solos tropicais, problemas relacionados com a toxidez são mais comuns do que aqueles relacionados com a deficiência, influenciando diretamente na produtividade (Abreu; Lopes; Santos, 2007).

Os teores de boro (B) apresentaram menor significância para explicar a produtividade. Apesar da importância desse micronutriente na nutrição da bananeira, os teores de B apresentados foram considerados baixos, provavelmente sendo negligenciando nas recomendações de adubação. Os baixos teores de B, aliados à pequena variação entre amostras, contribuiu para sua baixa significância no modelo. Dentro do contexto amostral e nas condições avaliadas, não houve variação suficiente desse nutriente para explicar diferenças significativas na produtividade.

Embora o K^+ seja um dos nutrientes mais demandados pela bananeira, o teor desse elemento no solo não apresentou significância estatística ($p = 0,6491$). Tal resultado pode estar relacionado aos desequilíbrios nutricionais decorrentes da adoção de adubações potássicas empíricas e à ausência de diagnósticos consistentes de fertilidade, fatores que comprometem a interpretação direta da disponibilidade do nutriente. Além disso, solos com acidez elevada e baixa saturação por bases, comumente observados nas amostras, estabelecem influência direta sobre a

disponibilidade do K⁺ e no desenvolvimento radicular em decorrência da presença de teores tóxicos de Al³⁺, reduzindo a eficiência da absorção do potássio, o que pode mascarar seu efeito sobre a produtividade (Ernani; Almeida; Santos, 2007).

Esses resultados indicam que, embora o potássio seja essencial ao metabolismo da bananeira, sua disponibilidade no solo pode ser limitada ou irregular em função do manejo adotado, da acidez e da CTC. Assim, a ausência de significância estatística na regressão não reflete a irrelevância do nutriente, mas sim a inconsistência na sua aplicação e a discrepância dos seus teores entre as áreas amostradas, evidenciando a necessidade de um manejo nutricional mais criterioso, baseado em diagnósticos periódicos de fertilidade amparados por assistência técnica.

Entre as variáveis socioeconômicas, o crédito rural mostrou relação direta com a produtividade, refletindo o papel do acesso a recursos financeiros na adoção de tecnologias e insumos. Os resultados sugerem que produtores com maior disponibilidade de crédito têm maior capacidade de investir na renovação de suas lavouras e adoção de tecnologias inovadoras, como novas cultivares e sistemas de irrigação mais eficientes, além da maior adoção de calagem e adubação, o que eleva o potencial produtivo. Oliveira (2003) ressalta que o crédito rural atua como importante instrumento de modernização da bananicultura, sendo apontado como uma variável socioeconômica com influência positiva sobre a probabilidade de adoção de tecnologia.

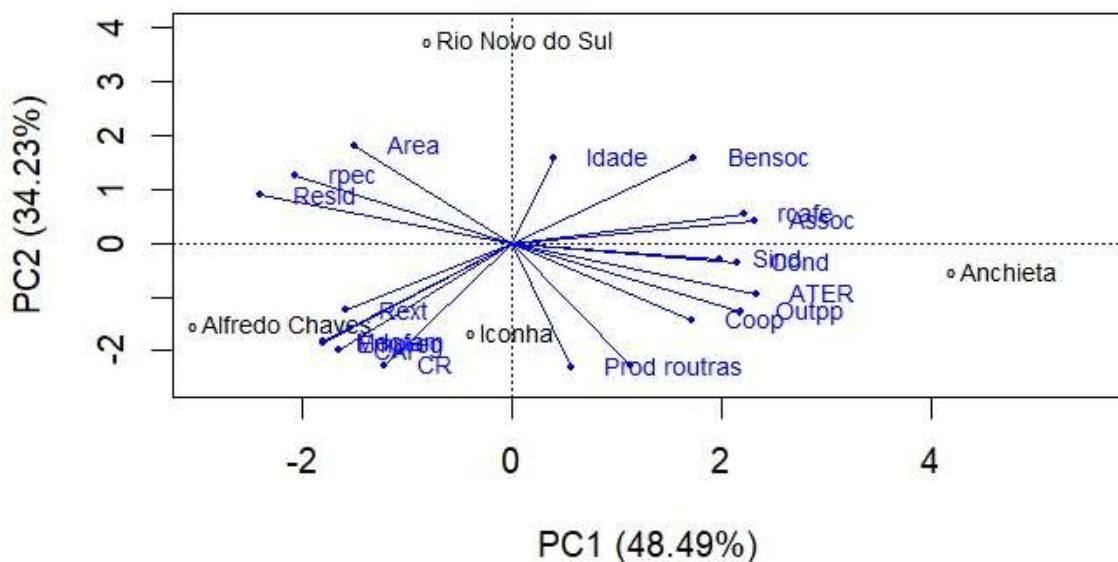
A variável renda proveniente da cafeicultura também apresentou significância para produtividade, indicando que a diversificação produtiva fortalece a sustentabilidade econômica e reduz as vulnerabilidades decorrentes do clima e das oscilações do mercado. A complementaridade entre atividades, como banana e café, permite melhor aproveitamento dos recursos naturais e humanos, além de garantir maior estabilidade financeira ao longo do ano agrícola. Por outro lado, a concentração de esforços por meio da especialização produtiva é apontada como uma opção viável para o aumento da produtividade por meio da intensificação do uso de insumos (Amaro; Fidelis, 2021).

Em síntese, os resultados obtidos indicam que a produtividade da bananicultura é influenciada por uma combinação de fatores socioeconômicos, tecnológicos e ambientais – atributos químicos do solo, confirmando o caráter multifatorial da

atividade. A predominância de variáveis relacionadas ao manejo do solo e ao uso racional de insumos ressalta a importância de práticas agroecológicas que conciliem viabilidade técnica, sustentabilidade ambiental e inclusão social. Assim, a melhoria da produtividade regional depende menos de intervenções isoladas e mais da consolidação de estratégias integradas de manejo e de fortalecimento das condições socioeconômicas dos produtores de banana, em especial, os agricultores familiares.

Para a análise de componentes principais (ACP) envolvendo as variáveis socioeconômicas (Figura 45), foram consideradas 19 variáveis relacionadas às características produtivas, organizacionais e de renda dos estabelecimentos produtores de banana do subgrupo Prata na MLS-ES.

Figura 45 - Análise de componentes principais (ACP) com variáveis socioeconômicas dos estabelecimentos produtores de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa análise incluiu as seguintes variáveis, identificadas por suas respectivas siglas: Area (área total do imóvel), Bensoc (benefícios sociais recebidos pelo produtor ou pela família), CR (acesso ao crédito rural), CAF (cadastro ativo do CAF), Idade (idade da lavoura), rafe (renda proveniente da cafeicultura), rspec (renda oriunda da pecuária), routras (outras rendas agropecuárias), rext (rendas externas à propriedade), Resid (local da residência), Assoc (participação em associações), Coop (participação em cooperativas), Sind (filiação a sindicatos), Cond (condição de uso e posse da terra),

Outpp (acesso a outras políticas públicas), Prod (produtividade média), Mdfam (uso de mão de obra familiar), Empreg (empregados permanentes) e ATER (acesso à assistência técnica e extensão rural).

A inclusão desse conjunto de variáveis permitiu avaliar, simultaneamente, a estrutura socioeconômica dos estabelecimentos nos municípios, seus níveis de organização social e a diversificação das fontes de renda, identificando padrões de semelhança entre os municípios estudados.

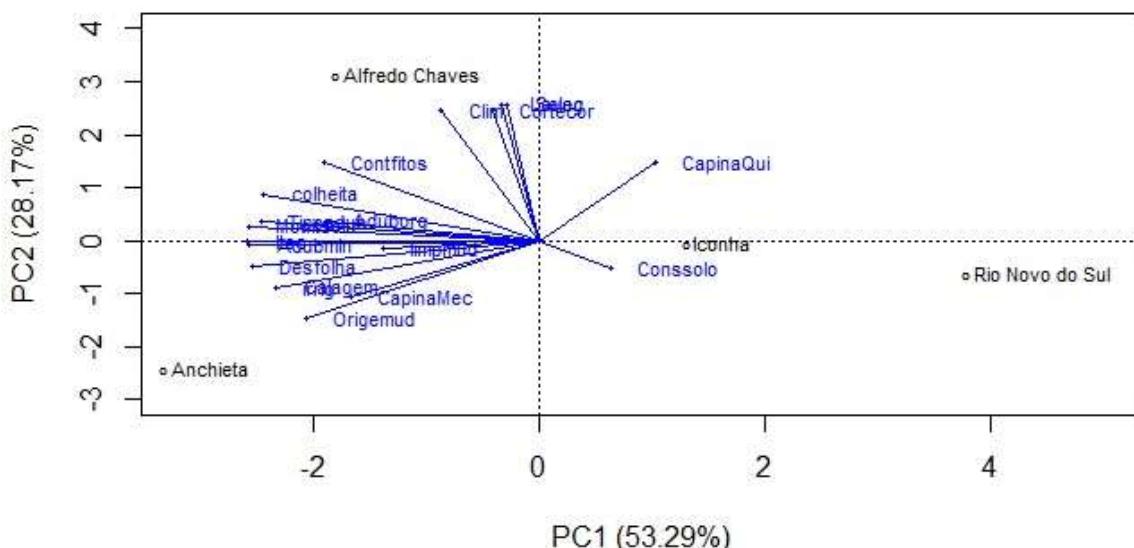
Os dois primeiros componentes principais explicaram, conjuntamente, 82,72% da variância total dos dados, evidenciando que boa parte da variação socioeconômica entre os produtores pode ser sintetizada por esses eixos. O primeiro componente (PC1) separou as variáveis por desempenho em termos de organização social e de acesso a políticas públicas. O segundo componente (PC2) relacionou-se com variáveis estruturais e produtivas. Essa configuração indica que municípios com maior participação social e acesso a políticas públicas, como Anchieta, diferenciam-se daqueles em que predomina a agricultura familiar de pequena escala e menor capital social, como Rio Novo do Sul e Alfredo Chaves.

Anchieta destacou-se associando-se a indicadores mais favoráveis de organização social, como participação em ATER e cooperativas. Em contrapartida, Alfredo Chaves e Rio Novo do Sul refletiram um padrão relacionado a menor acesso a políticas públicas e menor grau de organização em grupos formais. Além disso, Anchieta teve forte associação com a variável renda na cafeicultura, significativa no modelo de regressão linear múltipla.

Por outro lado, Alfredo Chaves e Iconha evidenciaram um padrão associado às variáveis CAF e crédito rural, outra variável explicativa da produtividade, sugerindo uma maior frequência no acesso à financiamentos por produtores desses municípios. Rio Novo do Sul, por sua vez, apresentou comportamento antagônico a essas variáveis, provavelmente apresentando baixo acesso ao crédito rural.

Para a ACP relacionada às variáveis tecnológicas (Figura 46), foram consideradas 19 variáveis que descrevem o nível de adoção de práticas de manejo, fertilidade do solo e pós-colheita pelos produtores de banana do subgrupo Prata na MLS-ES.

Figura 46 - Análise de componentes principais (ACP) com variáveis relacionadas ao nível tecnológico adotado pelos agricultores na produção de banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

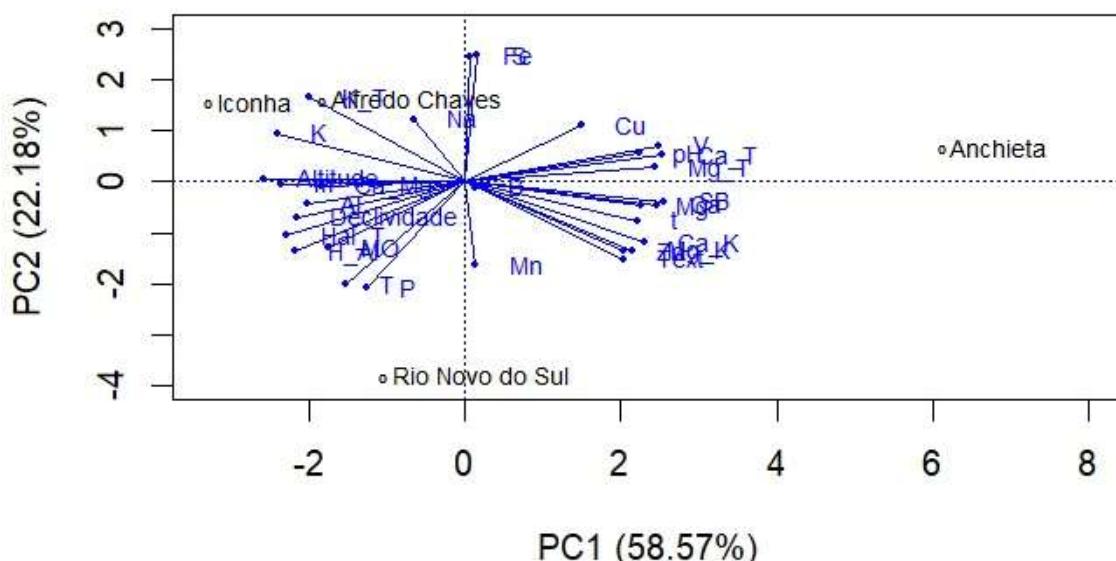
As variáveis estão identificadas na ACP pelas siglas: limp mud (realização de limpeza das mudas), Origemud (origem das mudas utilizadas), irrig (tipo de irrigação empregado), Tipoadub (tipo de adubação), Monitsolo (monitoramento do solo via análise química), calagem (realização de calagem), Adubmin (uso de adubação mineral), Aduborg (uso de adubação orgânica), Conssolo (adoção de práticas de conservação do solo), CapinaMec (uso de capina mecânica), CapinaQui (uso de capina química), Desbrota (execução de desbrota), Desfolha (execução de desfolha), Cortecor (corte do coração), Confitos (controle fitossanitário), colheita (forma de colheita), Lavag (lavagem dos frutos), Seleç (seleção dos frutos) e Clim (climatização).

A ACP permitiu identificar padrões de adoção tecnológica entre os municípios, explicando 81,46% da variância total dos dados. O primeiro componente (PC1) agrupou as variáveis relacionadas às práticas de manejo e fertilidade do solo, como adubação, calagem, conservação do solo e capinas, refletindo o grau de intensificação empregado nas propriedades. Já o segundo componente (PC2) concentrou as variáveis associadas ao manejo cultural e pós-colheita, como desfolha, corte do coração, controle fitossanitário, colheita, seleção e climatização, evidenciando diferenças no nível de tecnificação.

Anchieta apresentou um padrão associado a maiores níveis de adoção tecnológica, relacionado a maioria das práticas culturais e de manejo da adubação. O padrão apresentado possui relação com duas variáveis explicativas da produtividade, capina mecânica e tipo de adubação. Inversamente, Rio Novo do Sul não se associou a tais variáveis, indicando baixa adoção tecnológica. Iconha, por sua vez, apesar de não apresentar associação com o padrão evidenciado por Anchieta, relaciona-se fortemente com a conservação de solo, uma das variáveis com maior significância no modelo de regressão linear múltipla. Alfredo Chaves apresentou relação com variáveis ligadas à etapa de pós-colheita e ao controle fitossanitário, sugerindo um padrão tecnológico estimulado por condições estruturais e ambientais inerentes ao município.

Para a ACP dos atributos do solo (Figura 47), foram consideradas 28 variáveis químicas e granulométricas obtidas nas amostras dos talhões cultivados com banana do subgrupo Prata na MLS-ES.

Figura 47 – Análise de componentes principais (ACP) com os principais atributos do solo dos talhões cultivados com banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

As variáveis químicas compreenderam as seguintes variáveis, identificadas por suas siglas na ACP: os macronutrientes fósforo (P), potássio (K^+), enxofre (S), cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}); os micronutrientes ferro (Fe^{2+}), zinco (Zn^{2+}), cobre (Cu^{2+}), manganês (Mn^{2+}) e boro (B); além do sódio (Na^+) e indicadores de acidez e fertilidade,

como alumínio trocável (Al^{3+}), acidez potencial ($H+Al$) e pH em água (pH-H₂O). Foram ainda incluídos parâmetros como matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica efetiva (t), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T), saturação de bases (V) e saturação de alumínio (m). As variáveis Ca/Mg, Ca/K e Mg/K foram utilizadas como indicadores das relações de equilíbrio entre cátions básicos, importantes para o manejo da fertilidade e o crescimento radicular. Também foram consideradas as saturações individuais na CTC (Ca/T, Mg/T e K/T) e a proporção da acidez na CTC ($H+Al/T$), que refletem a contribuição relativa de cada elemento na ocupação dos sítios de troca. Por fim, incluiu-se a classificação textural (Text), como variável física.

A inclusão desse conjunto abrangente de variáveis permitiu identificar padrões de fertilidade e acidez entre os solos cultivados com banana na MLS-ES, possibilitando compreender as inter-relações entre nutrientes, acidez e capacidade de troca de cátions.

A ACP das variáveis químicas do solo mostrou que os dois primeiros componentes explicaram 80,36% da variância total, indicando uma boa representatividade da variabilidade dos atributos do solo nos dois eixos principais.

O primeiro componente (PC1) representou o gradiente de fertilidade do solo, com maior peso das variáveis pH, V, SB, Ca^{2+} , Mg^{2+} e T, indicando que áreas com maiores teores de bases trocáveis e menor acidez se destacam por maior potencial produtivo. Essa configuração demonstra que a produtividade e a sustentabilidade da bananicultura regional estão fortemente ligadas à correção da acidez e ao equilíbrio entre cátions básicos, reforçando a necessidade de práticas regulares de calagem, adubação equilibrada e monitoramento sistemático da fertilidade para o aprimoramento dos sistemas de produção.

Os solos das áreas amostradas em Anchieta relacionaram-se com os principais parâmetros de fertilidade, o que sugere um padrão distinto aos demais municípios, com condições mais adequadas de pH e outros indicadores de acidez, fruto da maior adoção tecnológica apontada na ACP com as variáveis tecnológicas.

Iconha e Alfredo Chaves associaram-se com variáveis ligadas ao K⁺, provavelmente associado aos elevados teores desse nutriente em suas áreas. Rio Novo do Sul, por outro lado, posicionou-se mais próximo das variáveis T e P, indicando melhores condições destes parâmetros no solo, conforme evidenciado nos *boxplots*.

A utilização da ACP permitiu visualizar, de forma integrada, as relações entre os fatores socioeconômicos, tecnológicos e edáficos nos municípios estudados. As análises indicam que os municípios se diferenciam quanto à adoção de tecnologias, condições edáficas e contexto social dos agricultores, o que reforça a necessidade de estratégias de manejo diferenciadas para cada realidade. Tais estratégias devem estar associadas ao fortalecimento de ações de assistência técnica e extensão rural, de modo a orientar o uso adequado das tecnologias, promover o manejo sustentável dos solos e apoiar os agricultores na tomada de decisões mais eficientes e contextualizadas.

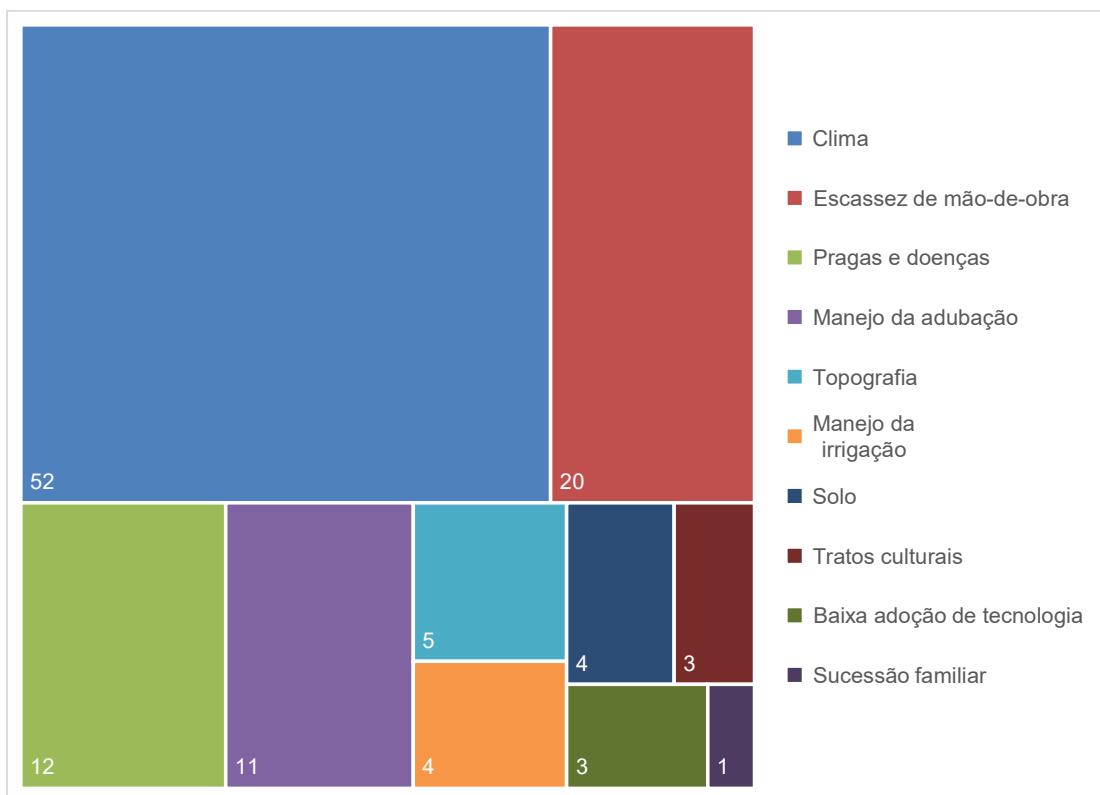
5.4.3 Percepções sobre a produtividade da banana subgrupo Prata

Com o objetivo de complementar a análise quantitativa e incorporar a perspectiva dos agricultores sobre a produtividade da bananeira do subgrupo Prata na MLS-ES, foram incluídas no questionário questões acerca dos fatores que, segundo os produtores, mais impactam negativamente a produção, bem como suas principais demandas para a melhoria da atividade. Os resultados dessas percepções são apresentados a seguir.

Para a representação visual desses dados optou-se pelo uso do *Treemap*, uma ferramenta gráfica que apresenta a distribuição quantitativa por meio de blocos proporcionais à frequência das respostas, facilitando a comparação entre categorias (Soares, 2020).

Esse tipo de visualização é eficaz para representar informações hierárquicas e multifatoriais de forma didática. Na Figura 48 são representados os principais fatores que, segundo os agricultores, afetam a produtividade da banana do subgrupo Prata na MLS-ES. Cada participante pôde apontar até três fatores.

Figura 48 - Percepção dos bananicultores sobre os fatores determinantes da produtividade da banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

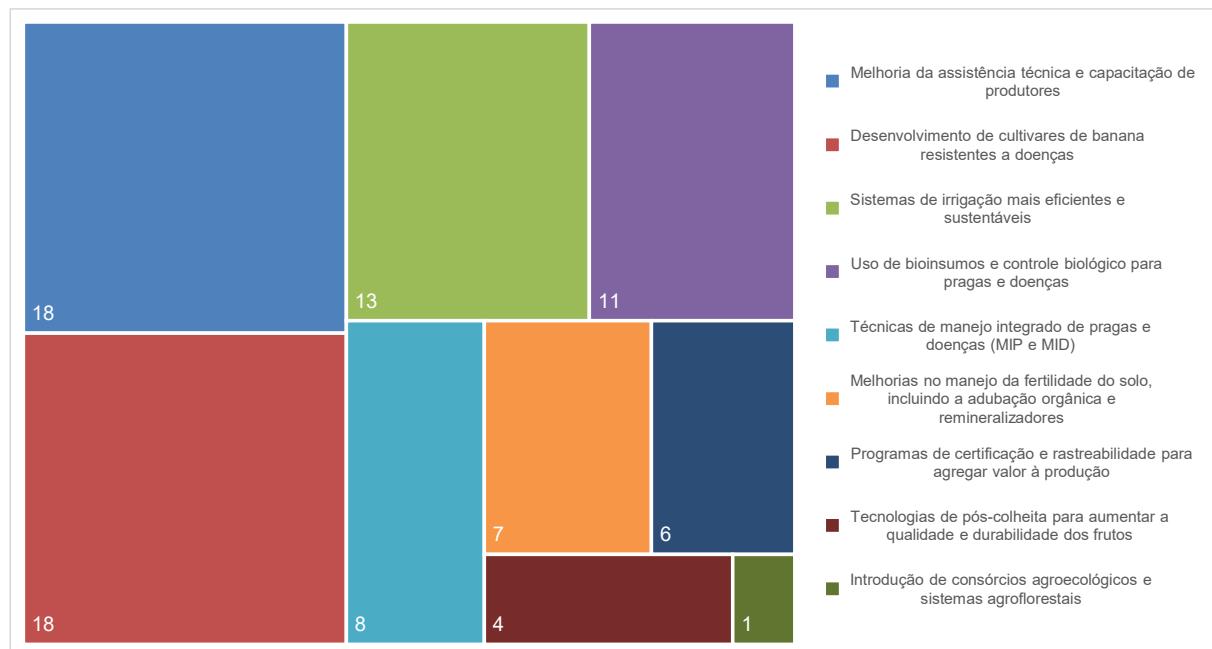
O fator mais frequentemente citado foi o clima, mencionado 52 vezes, o que evidencia a percepção generalizada de que as condições climáticas adversas são determinantes para o desempenho da cultura. Os relatos incluem chuvas irregulares, estiagens prolongadas, temperaturas elevadas e ventos intensos. Vale destacar que 63,6% das áreas avaliadas são afetadas por ventos costeiros de forte intensidade, resultando em danos aos bananais; em 36,4% das propriedades, houve relatos de tombamento de plantas. Soares *et al.* (2024) descrevem em seu diagnóstico que a incidência de ventos também é um problema recorrente, podendo causar o tombamento das plantas e perda dos cachos.

A escassez de mão de obra (20 menções) e a ocorrência de pragas e doenças (12) aparecem em seguida como preocupações recorrentes. O manejo da adubação (11) e a topografia accidentada (5) também foram destacados, indicando limitações técnicas relacionadas ao cultivo em relevo inclinado e à nutrição adequada da cultura.

Outros fatores mencionados com menor frequência incluem o manejo da irrigação (4), características do solo (4), tratos culturais (3), baixa adoção de tecnologias (3) e sucessão familiar (1). Esse conjunto de respostas evidencia um panorama multifatorial de aspectos ambientais, técnicos e sociais, reforçando a importância de abordagens integradas e territorializadas para o fortalecimento da bananicultura regional.

Na continuidade da análise das percepções dos produtores, buscou-se identificar as principais demandas tecnológicas e agronômicas que, segundo os entrevistados, poderiam contribuir para o aumento da produtividade e sustentabilidade da cultura da banana subgrupo Prata na região estudada. Os resultados foram sintetizados por meio de um segundo *Treemap*, representando a frequência das respostas associadas às alternativas sugeridas no questionário (Figura 49). Cada agricultor pôde indicar até três opções consideradas prioritárias.

Figura 49 - Demandas tecnológicas e agronômicas para o aumento da produtividade da banana subgrupo Prata na MLS-ES



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre as demandas mais recorrentes destacam-se duas categorias com igual frequência (18 menções cada): o desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças, como a Sigatoka-negra e a Fusariose, e a melhoria da assistência técnica e capacitação de produtores. Esses resultados reforçam o entendimento de que a baixa produtividade da bananicultura está relacionada tanto à fragilidade genética das

cultivares quanto à falta de suporte técnico continuado, o que limita o uso eficiente das tecnologias disponíveis.

Também foi fortemente apontada a necessidade de sistemas de irrigação mais eficientes e sustentáveis (13 respostas), fator especialmente relevante diante das recorrentes irregularidades climáticas mencionadas anteriormente. Essa demanda se torna ainda mais significativa ao considerar que 80,3% dos produtores entrevistados declararam não possuir qualquer tipo de sistema de irrigação, evidenciando uma lacuna importante no manejo hídrico das lavouras.

O uso de bioinsumos e controle biológico de pragas e doenças (11), além de técnicas de manejo integrado (8) também se destacam, sugerindo crescente interesse dos produtores por abordagens mais sustentáveis no manejo fitossanitário. Em menor proporção aparecem melhorias no manejo da fertilidade do solo, incluindo práticas como adubação orgânica e uso de remineralizadores (7), seguidas por programas de certificação e rastreabilidade (6), tecnologias de pós-colheita (4) e introdução de consórcios agroecológicos e sistemas agroflorestais (1).

Esses dados evidenciam que, na visão dos produtores, as soluções para o aumento da produtividade envolvem, majoritariamente, melhorias técnicas e estruturais com ênfase na assistência técnica, inovação genética, irrigação e práticas de manejo mais sustentáveis, reconhecendo a importância de práticas agroecológicas adaptadas ao contexto local.

6 CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa revelam que a bananicultura regional está fortemente associada à agricultura familiar, caracterizada pela pequena escala de produção, uso intensivo de mão de obra familiar, diversificação de atividades e permanência do agricultor na propriedade. Todavia, essa base produtiva apresenta fragilidades estruturais, principalmente no que se refere ao acesso às políticas públicas, à organização coletiva e à adoção de tecnologias. A baixa produtividade observada em todas as localidades, com destaque para os municípios de Iconha e Rio Novo do Sul, reflete uma combinação de limitações técnicas, ausência de planejamento agronômico, deficiências no manejo da fertilidade do solo e impactos climáticos adversos, como estiagens e ventos constantes.

Do ponto de vista tecnológico, práticas fundamentais como análise de solo, calagem, manejo fitossanitário e pós-colheita ainda são adotadas de forma limitada ou empírica, o que compromete a eficiência produtiva. No componente ambiental, os solos analisados apresentaram variações significativas entre os municípios, com destaque para os baixos valores de pH e altos teores de acidez potencial em algumas localidades, impactando a disponibilidade de nutrientes essenciais à cultura.

As análises estatísticas apontaram que variáveis como capina mecânica, conservação do solo, tipo de adubação, teor de ferro no solo e renda proveniente da cafeicultura estão associadas à produtividade. A análise química dos solos evidenciou boa disponibilidade de potássio, mas por outro lado, problemas relacionados aos fatores ligados à acidez do solo, o que reforça a necessidade de manejo mais eficiente e orientado da fertilidade do solo com base nas recomendações via análise química.

A partir da percepção dos agricultores, surgiram demandas como o fortalecimento da assistência técnica, o acesso a cultivares tolerantes às principais doenças, a implantação de sistemas de irrigação, a ampliação do uso dos bioinsumos e a capacitação continuada. Tais demandas estão em consonância com os princípios agroecológicos, sobretudo no que se refere à construção de autonomia dos agricultores, ao uso de recursos locais e à transição para sistemas mais resilientes, diversificados e sustentáveis.

Conclui-se que a produtividade da banana subgrupo Prata na MLS-ES está fortemente condicionada por fatores multidimensionais que extrapolam o aspecto técnico da produção. A superação das limitações encontradas requer a adoção de estratégias integradas de desenvolvimento rural, que conduzam a melhores produtividades dos sistemas produtivos e fortaleçam os instrumentos de apoio à agricultura familiar. Políticas públicas eficazes, articuladas com ações de extensão rural emancipatória e pesquisa participativa são essenciais para promover a soberania produtiva e a sustentabilidade socioambiental da bananicultura regional.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. *In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo.* Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 645-736.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA (Brasil). **Catálogo de metadados da ANA:** países. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://metadados.snrh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/7cf53c4-b4e1-4aba-a79b-857a19649df6>. Acesso em: 20 jul. 2024.
- ALVARENGA, A. *et al.* Chemical attributes of an Oxisol with the addition of conilon coffee straw biochar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 58, e03019, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03019>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AMARO, G. C.; FIDELIS, E. G. **Concentração espacial da produção de bananas (*Musa spp.*) no Brasil.** Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2021. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1142274>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- AMORIM, E. P. *et al.* Banana: melhoramento genético e sistemas de produção. *In: FALEIRO, F. G. (org.). Fruticultura tropical: capacitação e experiências de sucesso.* Brasília, DF: Embrapa, 2025. p. 155–170. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/rbf/a/9T8bBWPJKZbvWRdHDKdt5Ny/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 13 jul. 2025.
- ANJOS, D. S. dos; JUNIOR, M. M.; NUNES, J. O. R. Classificação da curvatura de vertentes em perfil via modelo numérico de terreno. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 15., 2011, Curitiba, PR. Anais...* São José dos Campos: INPE, 2011. p. 2286–2293.
- BAPTISTELLA, C. da S. L.; COELHO, P. J.; GHOBRIL, C. N. A Bananicultura no Estado de São Paulo: 2014 a 2018. **Análises e indicadores do agronegócio**, São Paulo, v. 14, n. 10, p. 11, 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/AIA/AIA-75-2019.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.
- BELTRAME, A. B. *et al.* Principais e potenciais doenças da bananeira. *In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). Produção de banana em Santa Catarina.* Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 173-208.
- BORGES, A. L. Nutrição, calagem e adubação. *In: LIMA, M. B. B.; SILVA, O. e S. da; FERREIRA, C. F. (ed.). Banana: O produtor pergunta, e Embrapa responde.* 2

ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012 (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 63-78.

BORGES, A. L. et al. A cultura da banana. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. Exigências edafoclimáticas. *In:* BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (org.). **O cultivo da bananeira.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. p. 15–23.

BRASIL. Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. Brasília, DF, 1964. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Brasília, DF, 1993. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. Acesso em: 12 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002. Institui o Código Civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm. Acesso em: 8 jul. 2025.

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Dispõe sobre a organização da Agricultura Familiar e do Empreendedorismo Familiar Rural, institui o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 20 ago. 2025.

BRASIL. Decreto Nº 9.064, de 31 de maio de 2017. Dispõe sobre a Unidade Familiar de Produção Agrária, institui o Cadastro Nacional da Agricultura Familiar e regulamenta a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e empreendimentos familiares rurais. Brasília, DF, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9064.htm. Acesso em: 4 jul. 2025.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário e Agricultura Familiar - MDA. O que é o CAF - Cadastro Nacional da Agricultura Familiar. Brasília, DF, 2024. Publicado em: 08 abr. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mda/pt-br/acao-e-atividades/cadastro-nacional-da-agricultura-familiar/o-que-e-o-caf>. Acesso em: 21 set. 2025.

BROCHADO, R. L. Desempenho agronômico de cultivares de bananeira em dois ciclos de produção no Norte Fluminense. 2016. 58f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2016. Disponível em: <https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp->

content/uploads/sites/10/2016/06/Disserta%C3%A7%C3%A3oRodrigo.pdf. Acesso em: 03 jul. 2025.

CAMPOLIN, A. I. Abordagens qualitativas na pesquisa em agricultura familiar. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/812074>. Acesso em: 07 jul. 2025.

CARVALHO, A. J. C. de; FREITAS, J. A. A.; PESSANHA, P. G. de O. Situação da fruticultura brasileira e capixaba. *In: ZUCOLOTO, M.; SCHMILDT, E. R.; COELHO, R. I. (org.). Fruticultura tropical: diversificação e consolidação.* Alegre, ES: CAUFES, 2015. p. 14–23.

CARVALHO, A. M. de *et al.* Efeito da palha de café pura e compostada sobre o desenvolvimento do cafeeiro (*Coffea arabica L.*). *In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL*, 4., 2005, Londrina-PR. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Café, 2005. 2 p.

COSTA, A. de F. S. da; COSTA, A. N. da; VENTURA, J. A. A importância do polo de banana no desenvolvimento regional sustentável no Espírito Santo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRONOMIA*, 25., 2007, Guarapari. **Anais...** Guarapari: CONFAEAB:SEEA, 2007 9 p.

COSTA, A. de F. S. da; LAZZARINI, A. L.; VENTURA, J. A. Impactos econômicos da introdução de cultivares melhoradas no processo de comercialização de banana no Espírito Santo. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais....** Bento Gonçalves: [s. n.], 2012. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/338/1/62FC.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2024.

COSTA, A. N. da *et al.* A fruticultura diversificada. *In: DADALTO, G. G. et al. Transformações da agricultura capixaba: 50 anos.* Vitória, ES: CEDAGRO - INCAPER, 2016. p.84-89.

COSTA, J. N. M.; SCARPARE FILHO, J. A.; KLUGE, R. A. Efeito do ensacamento de cachos de banana “Nanicão” na produção e no intervalo entre inflorescência e colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 11, p. 1575–1580, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2002.v37.6504>. Acesso em: 12 jul. 2025.

COSTA FILHO, J. da; CAMPOS, K. C.; LEMOS, J. de J. S. Nível tecnológico das unidades agrícolas familiares nas microrregiões do Nordeste do Brasil. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 24, p. 229–245, 2023. Disponível em: <https://interacoes.ucdb.br/interacoes/article/view/3771>. Acesso em: 27 jul. 2025.

CRUZ, E. S. D. Influência do preparo do solo e de plantas de cobertura na erosão hídrica de um Argissolo Vermelho-Amarelo. 2006. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência do Solo) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2006. Disponível em: <https://rima.ufrj.br/jspui/handle/20.500.14407/10703>. Acesso e: 22 jul. 2025.

CRUZ, S. F. D. Desafios e contribuições do PNAE em três organizações da agricultura familiar no Território Sul Litorâneo do Espírito Santo. 2017. 139 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Desenvolvimento Sustentável e Extensão) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufla.br/handle/1/13120>. Acesso em: 22 jul. 2025.

DADALTO, G. G.; BAPTISTA, R. S. O crescimento da agricultura irrigada. In: DADALTO, G. G. et al. **Transformações da agricultura capixaba**: 50 anos. Vitória, ES: CEDAGRO - INCAPER, 2016. p. 56-58.

DADALTO, G. G.; LANI, J. A.; PREZOTTI, L. C. Conservação do solo. In: **Manual técnico para a cultura do café no estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: SEAG-ES, 1995. p. 107-110.

DONATO, S. L. R. et al. Aspectos de ecofisiologia e estratégias de manejo da bananeira. In: ZUCOLOTO, M.; BONOMO, R. (org.). **Fruticultura Tropical: diversificação e consolidação**. 1. ed. Alegre, ES: CAUFES, 2017. v. 2, p. 57-73.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; F. C. SANTOS. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 9.768, 26 de dezembro de 2011. Dispõe sobre a definição das Microrregiões e Macrorregiões de Planejamento no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, 2011. Disponível em: <https://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/LO9768.html>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO. Lei nº 11.174, de 25 de setembro de 2020. Altera o Anexo Único da Lei nº 9.768, de 26 de dezembro de 2011, que dispõe sobre a definição das Microrregiões e Macrorregiões de Planejamento no Estado do Espírito Santo. Vitória, ES, 2020. Disponível em: <https://www3.al.es.gov.br/Arquivo/Documents/legislacao/html/lei111742020.html>. Acesso em: 18 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG. **Fundo Social de Apoio à Agricultura Familiar (FUNSAF)**. Vitória, ES, 2025. Disponível em: <https://seag.es.gov.br/acoes-e-programas/funsaf>. Acesso em: 9 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG. **Plano estratégico de desenvolvimento da agricultura capixaba – PEDEAG 4 (2023–2032)**. Vitória, ES: SEAG, 2023. Disponível em: https://seag.es.gov.br/Media/Seag/Importacao/SEAG_Pedeag_4_Completo_v2023-1.pdf. Acesso em: 3 jul. 2025.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG. **Programa estadual de fruticultura – Profruta**: relatório técnico. Vitória, ES: SEAG; INCAPER, 2003. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/123456789/3752>. Acesso em: 3 jul. 2025.

EUROPEAN SPACE AGENCY. **Copernicus global digital elevation models**. Distributed by OpenTopography, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5069/G9028PQB>. Acesso em: 27 jul. 2025.

FANCELLI, M. Pragas. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012a (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 161-178.

FARIA, V. L. de. **Qualidade do solo sob cultivo de banana em sistemas de produção orgânico e convencional em Gonçalves (MG)**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, MG, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/jspui/handle/123456789/2166>. Acesso em: 5 jul. 2025.

FRANCISCO, P. **Carta encíclica “Laudato Si”**. Vaticano, 2015. Disponível em: https://www.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_po.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

FRANCISCO, P. R. M. et al. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento agropecuário do Estado da Paraíba (Mapping of the edaphic suitability for fruit production). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 2, p. 377–390, 1 dez. 2015. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1041249>. Acesso em: 27 jul. 2025.

GALEANO, E. A. V. et al. **Boletim da conjuntura agropecuária capixaba**. Vitória, ES: INCAPER, v. 11, n. 1, jan./jun. 2025. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/5101/1/Boletim-da-Conjuntura-Agropecuaria-v11-n1-jan-jun-2025.pdf>. Acesso em: 21 set. 2025.

GALEANO, E. A. V. et al. (org.). **Cadeia produtiva da banana no Espírito Santo**. Vitória, ES: INCAPER, 2022. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4205/1/Livro-CadeiaProdutivaBanana-ES-Incaper.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GUARÇONI, A. et al. Diâmetro de trado necessário à coleta de amostras num cambissolo sob plantio direto ou sob plantio convencional antes ou depois da aração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 947–959, out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000500012>. Acesso em 27 jul. 2025.

GUERRA, A. G. et al. Produção integrada de banana para o Vale do Açu no Rio Grande do Norte. In: Feira Internacional de Fruticultura Irrigada – Expofruit, Mossoró, RN, 2010. **Anais...** Mossoró, RN, 2010a. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/881796>. Acesso em: 26 jul. 2025.

GUERRA, A. G. et al. **Tecnologias para o cultivo da bananeira**. Natal: EMPARN, 2010b. v. 7 (Círculo de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar; 7).

GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023.

GUIMARÃES, G. G. F.; DEUS, J. A. L. D. Diagnosis of soil fertility and banana crop nutrition in the state of Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 43, n. 4, p. e-124, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021124>. Acesso em: 02 jul. 2025.

GUIMARÃES, G. G. F.; DEUS, J. A. L. D. Fertilidade do solo, adubação e nutrição da bananeira. In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 131–152.

HARO, M. M. de. Manejo integrado de pragas da bananeira. In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 209-221.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO - IDAF. **Instrução Normativa nº 003 de 03 de fevereiro de 2014**. Vitória, ES, 2014a. Disponível em: <https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20003%20de%2003%20de%20fev%20de%202014%20-%20Secagem%20de%20gr%C3%A3os.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2025.

INSTITUTO DE DEFESA AGROPECUÁRIA E FLORESTAL DO ESPÍRITO SANTO - IDAF. **Instrução Normativa nº 018 de 23 de outubro de 2014**. Vitória, ES, 2014b. Disponível em: <https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20018%20de%202014%20-%20Pilagem%20de%20gr%C3%A3os.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. IBGE, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>. Acesso em: 1 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha municipal**. IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>. Acesso em: 20 jul. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Modelo para conversão de altitudes**. IBGE, 2024a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/modelos-digitais-de-superficie/modelos-digitais-de-superficie/31283-hgeohnor2020-modeloconversaoaltitudesgeometricasgnss-datumverticalsgb.html>. Acesso em: 27 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA - produção agrícola municipal**. 2023. IBGE,

2024b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 30 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA - produção agrícola municipal 2024**. IBGE, 2025. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 11 out. 2025.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de assistência técnica e extensão rural – PROATER (Alfredo Chaves)**. INCAPER, 2020. Disponível em: https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Alfredo_Chaves.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Fruticultura**. [s.d]. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/fruticultura>. Acesso em: 16 nov. 2024.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Painel da produção agropecuária do Espírito Santo** [painel interativo]. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/Contents/Item/Display/8662>. Acesso em: 1 jul. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Fortalecimento das atividades da agricultura capixaba (FortAC)**. Disponível em: <https://www.ifes.edu.br/fortac>. Acesso em 2 jul. 2025.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **Panorama das microrregiões capixabas - Litoral Sul**. Desenvolvimento Regional Sustentável. Vitória, ES: IJSN, 2023. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/cadernos/panorama_drs_litoral_sul.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES. **PIB municipal** [painel interativo]. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiYzMxMjg3MGUtNzk0Zi00MWU4LThjOGQtNDwY2Q2NTk3YzRiliwidCl6ImJmNTVkMGE0LWNjY2MtNDljMi05OGQzLWVIYmRkJZkZDgxMSJ9>. Acesso em: 4 jul. 2025.

LANDAU, E. C.; SILVA, G. A. da. Evolução da produção de banana (*Musa* Spp., Musaceae). In: LANDAU, E. C. et al. (ed.). **Dinâmica da produção agropecuária e da paisagem natural no Brasil nas últimas décadas**: produtos de origem vegetal. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

LIMA, M. B.; ALVES, E. J.; SILVEIRA, J. R. S. Práticas Culturais. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012a (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 91-102.

LIMA, M. B.; SILVEIRA, J. R.; ALVES, E. J. S. Clima. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012a (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 21-30.

LIVRAMENTO, G.; CANTÚ, R. R. Manejo e conservação do solo em bananais. In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p.113-128.

LÓPEZ-YERENA, A. et al. Effects of organic and conventional growing systems on the phenolic profile of extra-virgin olive oil. **Molecules**, MDPI, v. 24, n. 10, e1986, 2019. Disponível em: 10.3390/molecules24101986. Acesso em: 20 jul. 2025.

LUCENA, C. C. de et al. Caracterização dos principais polos de produção de banana no Brasil. In: XX Reunião internacional da Associação para a Cooperação em Pesquisa e Desenvolvimento Integral das Musáceas (Bananas e Plátanos 2013), Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, CE, 2013. p. 239.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas Ltda., 2017.

MARO, L. A. C.; LIMA, J. D.; NEGREIROS, R. J. Z. de. Manejo da banana na colheita e pós-colheita. In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 223–250.

MATTOS, G. M. de. **Desempenho técnico-econômico de sistema agroflorestal entre mogno brasileiro e banana em região**. 2018.118p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unimontes.br/handle/1/998>. Acesso em: 07 jul. 2025.

MEDRADO, R. C. et al. Características vegetativas e produtivas de cultivares de bananeiras em sistema agroflorestal com mogno brasileiro. **Revista Delos**, v.17, n.56, e1530, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/rdelosv17.n56-015> Acesso em: 10 set. 2025.

MEURER, E. J. Fatores que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 65-90.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft excel [recurso eletrônico]**. Microsoft Corporation, 2025.

NATALE, W. et al. Manejo da fertilidade do solo e estado nutricional de fruteiras no bioma mata atlântica do Nordeste brasileiro. In: SOUZA, H. A.; LEITE, L. F. C.; MEDEIROS, J. C. (org.). **Solos sustentáveis para a agricultura do bioma Mata Atlântica do Nordeste**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 493–536. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1133419/1/SolosSustentaveisPt4.Cap2.P493-536.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2025.

NEGREIROS, R. J. Z. de; MALBURG, J. L. Plantio, condução e renovação de bananais. In: GUIMARÃES, G. G. F. et al. (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 87–110.

OLIVEIRA, M. A. S. **Nível tecnológico e seus fatores condicionantes na bananicultura do município de Mauriti-CE**. 2003. 92f: Dissertação (Mestrado em

Economia Rural) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-Ce, 2003. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/723>. Acesso em: 21 jul. 2025.

OLIVEIRA, V. L. de; BÜHLER, È. A. Agricultura familiar: o rural vivo e dinâmico. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, n. 391, 2022. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/agricultura-familiar-o-rural-vivo-e-dinamico/>. Acesso em: 26 jul. 2025.

PEREIRA, J. C. R. *et al.* **Recomendação de adubação, calagem e gessagem para o cultivo da bananeira no Estado do Amazonas (2^a aproximação)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1007407/1/Doc116.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2025.

PEREIRA, M. G. *et al.* Solos e sistemas de uso e manejo em ambientes de montanha, Mar de Morros e Tabuleiros Costeiros. *In: MARTINS, A. G. *et al.* Manejo do solo em sistemas integrados de produção*. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2022. v1, p. 61-79. Disponível em: [10.22533/AT.ED.453222608](https://doi.org/10.22533/AT.ED.453222608). Acesso em: 22 jul. 2025.

PIRES, F. R. *et al.* Levantamento da fertilidade nas principais unidades de mapeamento do Espírito Santo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 34, n. 2, p. 115–123, 2003. Disponível em: <http://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/handle/item/434>. Acesso em: 19 jul. 2025.

PIRES, I. F. *et al.* Nutritional diagnosis in a conilon coffee plantation in the northern region of the Espírito Santo state. **Revista Agrogeoambiental**. v. 15, n. 1, e20221708, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18406/2316-1817v14n120221708>. Acesso em: 13 jul. 2025.

PREZOTTI, L. C. **Guia de interpretação de análise de solo**. Vitória, ES: INCAPER, 2013.

PREZOTTI, L. C. *et al.* **Manual de recomendação de adubação e calagem do Espírito Santo (5^a aproximação)**. Vitória, ES: SEEA; INCAPER; CEDAGRO, 2007.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. Spatial without compromise · QGIS Web Site. 2025. **QGIS geographic information system**. [Open Source Geospatial Foundation Project.]. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 27 jul. 2025.

R CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 22 jul. 2025.

RAIJ, B. van *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001.

RAMOS, H. E. dos A. *et al.* A estiagem no ano hidrológico 2014-2015 no Espírito Santo. *In: INCAPER em revista*. Vitória, ES: INCAPER, 2016. v. 6, p. 6–25. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/2538/1/BRT-incaperemrevista-2016.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2025.

RATHMANN, R. *et al.* Diversificação produtiva e as possibilidades de desenvolvimento: um estudo da fruticultura na região da Campanha no RS. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 46, n. 2, p. 325–354, jun. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000200003>. Acesso em: 02 jul. 2025.

RODRIGUES, M. G. V. *et al.* **Amostragem de solo para o cultivo da bananeira**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2009. 5 p. (EPAMIG. Circular Técnica, 73).

RODRIGUES, M. G. V. *et al.* Banana. In: JÚNIOR, T. J. de P.; VENZON, M. (ed.). **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. 2. ed. Belo Horizonte: Epamig, 2019. p. 135-153.

ROSSETTI, G. **Avaliação nutricional dos bananais da região do Vale do Ribeira**. 2024. 28 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agronômica) Universidade Estadual Paulista, Registro, SP, 2024. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11449/256540>. Acesso em: 02 jul. 2025.

SALVADOR, B. K.; ALMEIDA, M. de O. Custo de produção e rentabilidade de bananais. In: GUIMARÃES, G. G. F. *et al.* (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p. 301–320.

SANCHEZ, R. B. *et al.* Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. **Bragantia**, v. 68, p. 1095–1103, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052009000400030>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SANTOS, H. G. dos *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SCHERER, R. F.; LIVRAMENTO, G.; SÔNEGO, M. Variedades indicadas e produção de mudas. In: GUIMARÃES, G. G. F. *et al.* (org.). **Produção de banana em Santa Catarina**. Florianópolis, SC: Epagri, 2023. p.47-66.

SEREJO, J. A. S.; SOUZA, A. S.; SOUZA, F. V. D. Micropropagação. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012 (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 47-52.

SILVA, A. E. S. da. *et al.* Síntese da evolução da agricultura capixaba 50 anos. In: DADALTO, G. G. *et al.* **Transformações da agricultura capixaba: 50 anos**. Vila Velha, ES: CEDAGRO - INCAPER, 2016. p. 21-31.

SILVA, A. B. da; SOUSA, A. R. de; ACCIOLY, L. J. de O. Solos. In: SILVA JUNIOR, J. F. da; LOPES, G. M. B.; FERRAZ, L. G. B. (ed.). **Sistema de produção de banana para a Zona da Mata de Pernambuco**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. p. 18–24. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/877997>. Acesso em: 1 jul. 2025.

SILVA, C. C. L. da. **Relação solo, clima e uso agrícola no território do Rio Grande do Norte**. 2022. 162f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/50966>. Acesso em: 27 jul. 2025.

SILVA, C. R. P. da. **Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeiras no brejo paraibano**. 2016. 112f Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2016.

SILVA, D. N.; VENTURA, J. A. Introdução da banana na região de encostas e avanços. In: DADALTO, G. G. et al. (org.). **Transformações da agricultura capixaba: 50 anos**. Vitória, ES: CEDAGRO - INCAPER, 2016. p. 42–44.

SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 275-374.

SILVA, M. A. B. et al. A relevância da matéria orgânica para a manutenção da qualidade solo. In: SOUZA, M. N. (org.). **Tópicos em recuperação de áreas degradadas**. v. 3. 1. ed. Canoas, RS, Brazil: Mérida Publishers, 2022. Disponível em: <https://www.meridapublishers.com/rad3/cap6.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SILVA, S. O.; LIMA NETO, F. P. Classificação botânica. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012a (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 15-20.

SILVA, S. O.; LIMA NETO, F. P. Cultivares. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012b (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 37-46.

SILVA, T. P. de P.; LOPES, D. A.; LIRA, V. M. de. Acompanhamento da gestão de um sistema produtivo de banana no município de Pureza-RN. In: I CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE. Campina Grande, PB. **Anais...** Campina Grande, PB, 2019. 11p. Disponível em: <https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63102>. Acesso em: 7 jul. 2025.

SILVA, T. X. D. **A importância da diversificação rural na agricultura familiar**. Santa Maria, RS:MDS, FAURGS, REDESAN, 2010. 11p. Disponível em: http://plataforma.redesan.ufrgs.br/biblioteca/pdf_bib.php?COD_ARQUIVO=11191. Acesso em: 09 jul. 2025.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SOARES, A. G. et al. Diagnóstico dos sistemas de cultivo de banana D'Angola, em assentamentos de reforma agrária, em Acrelândia-AC, com foco nas etapas de colheita e pós-colheita. **Observatorio de la economía latinoamericana**, v. 22, n. 3, p. e3721, 12 mar. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv22n3-098>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SOARES, A. G. M. **Expandindo a visualização de dados multidimensionais em Treemaps com Glifos**. 2020. 130 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/2620>. Acesso em 11 jul. 2025.

SOUZA, L. S. S.; BORGES, A. L. Manejo e conservação dos solos. In: LIMA, M. B.; SILVA, de O. e S.; FERREIRA, C. F. (ed.). **Banana**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2012 (coleção 500 perguntas, 500 respostas). p. 53-62.

SOUZA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

SOUZA CASADINHO, J. Una perspectiva agroecología desde Laudato Si, entrelazando conceptos y práctica. In: X CONGRESO LATINOAMERICANO DE CIENCIA Y RELIGIÓN, 10., 2022, Córdoba, Argentina. **Anais...** Córdoba: Universidad Católica de Córdoba, Facultad de Teología; Fundación Diálogo entre Ciencia y Religión, 2022. p. 279–293. Disponível em: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/13854>. Acesso em: 14 jul. 2025.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. 3 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. CR **CR Campeiro**: versão 7.40 – Inovação & Tecnologia [recurso eletrônico]. UFSM, 2024. Disponível em: <http://www.crcampeiro.net/>. Acesso em: 26 maio 2024.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO. **Polo de fruticultura do Caparaó**. UFES, 2025. Disponível em: <https://alegre.ufes.br/polodefruticultura>.

WIVES, D. G. **Fatores influentes na tomada de decisão e organização dos sistemas de produção de base ecológica da banana no litoral norte do Rio Grande do Sul**. 2013. 172f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013.

ZUCOLOTO, M.; OLIVEIRA, V. de S.; FERREIRA, L. de S. (org.). **A cultura da bananeira**: Livro dedicado aos produtores rurais, estudantes e profissionais de ciências agrárias. Alegre, ES: CCAE-UFES, 2023.

APÊNDICE A - Identificação do talhão amostrado

1. Município: _____ 2. Amostra nº _____ 3. Data da coleta: ____ / ____ / ____
 4. Nome: _____ 5. Contato: _____
 6. Denominação do Imóvel: _____
 7. Condição de posse e uso: _____
 8. Tamanho do imóvel(ha): _____ 9. Tamanho do talhão amostrado (ha): _____
 10. Datum: _____ 11. Latitude: _____ 12. Longitude: _____
 13. Altitude: _____ 14. Topografia do talhão amostrado
 () Baixada () Meia encosta () Topo de morro
 15. Histórico da área: _____ 16. Tempo de implantação da cultura: _____
 17. Produção média do talhão (Kg): _____
 18. Cultivar/híbrido: _____ 19. Espaçamento (m): ____ x ____
 20. Realiza análise química de solo? () Sim () Não Se Sim, qual frequência? _____
 21. Época do ano: _____
 22. A área foi adubada recentemente? () Sim () Não Quando? _____
 23. Qual parâmetro utilizado para adubação do talhão?
 Qual(is) fonte(s) utilizada(s)?
 24. Orgânica _____
 25. Mineral _____
 26. Foi realizada calagem na área? () Sim () Não Quando? _____
 27. Adota alguma técnica de conservação do solo? () Sim () Não
 28. Realiza análise de tecido vegetal? () Sim () Não
 29. Realiza alguma prática de manejo para aumentar a matéria orgânica do solo? () Sim () Não
 30. Há ocorrência de ventos fortes no talhão? () Sim () Não
 31. Há tombamento de touceiras no talhão? () Sim () Não
 32. Demais informações pertinentes da área amostrada:

APÊNDICE B - Questionário de caracterização da bananicultura da Microrregião Litoral Sul do Espírito Santo

Município: _____ Amostra nº _____ Data da coleta: ____ / ____ / ____

I - Identificação da Unidade Familiar Produtiva Agrária (UFPA)

Nome: _____ Contato: _____

1) Local de residência: () No estabelecimento () Fora do estabelecimento

2) Possui DAP/CAF ativo?: () Sim () Não

II - Caracterização Socioeconômica

Mão-de-obra empregada na UFPA

3) Número de pessoas da família que trabalham na UFPA: () 1 () 2 () 3 ou mais

4) Possui empregados permanentes? () Sim, quantos? _____ () Não

Renda da UFPA

5) Principais fontes de renda agropecuária:

() Banana () Café () Pecuária () Outros: _____

6) Obteve renda de outras atividades externas nos últimos 12 meses: () Sim () Não

7) Obteve renda de benefícios sociais nos últimos 12 meses: () Sim, qual(is)? ()
Aposentadoria Rural () Aposentadoria INSS () Bolsa família () BPC-LOAS
() Outro _____ () Não

III - Integração Social e Acesso a Políticas Públicas

9) Participa de alguma organização social?

() Associação () Cooperativa () Sindicato () Não

10) Recebeu ATER nos últimos 5 anos? () Sim () Não

11) Acessou crédito rural nos últimos 5 anos? () Sim () Não

12) Acessou outra política pública nos últimos 5 anos? () Sim, quais?

() PRONAF () PAA () PNAE () PNCF () SEAF () PGPM () CDA-ES ()
Reflorestar-ES () Outra _____ () Não

IV - Caracterização Tecnológica

13) Realiza a limpeza das mudas durante o preparo? () Não () Sim

14) Origem das mudas: () Viveiro () Campo () Cultura de tecido

15) Possui sistema de irrigação? () Não ()

Sim, qual? _____

16) Realiza adubação: () Implantação () Manutenção () Nenhuma

17) Qual o modo de aplicação do adubo? () Manual (via solo) () Manual (via foliar)
() Irrigação

18) Monitora a fertilidade do solo? () Análise química de solo () Análise de tecido
vegetal () Não

19) Principais práticas culturais adotadas durante o manejo: () Capina mecânica ()
Capina química () Desbrote () Escoramento () Desfolha () Ensacamento () Corte
do coração

() Outras: _____.

20) Principais problemas fitossanitários: () Mal-do-panamá () Sigatoka-amarela () Sigatoka-negra () Broca () Tripes () Nematóide () Gafanhotos

() Outros: _____

21) Adota algum manejo para controle de pragas e doenças? () Não () Sim, quais:

22) Critério de Ponto de Colheita: () Corta uma banana e verifica a coloração () Aparência morfológica (padrão visual) () 3 a 4 meses após a saída do cacho (marcação da emissão do cacho) () Diâmetro do fruto () Outro: _____

23) Forma de colheita: () Sem proteção () Com proteção de folhas da bananeira () Com proteção acolchoada () Cabo aéreo

24) Tratos adotados na pós-colheita: () Lavagem dos frutos () Seleção dos frutos () Climatização

V - Comercialização e Mercado

25) Destino da produção: () ES () Outros estados

26) Canais de venda: () Ceasa () Venda direta () Intermediários () Outros: _____

VI - Perspectivas e Qualidade de Vida

27) Grau de satisfação com a qualidade de vida na UFPA:

() Insatisfeito () Pouco satisfeito () Satisfeito () Muito satisfeito

28) Perspectiva dos filhos para o futuro:

() Permanecer na UFPA () Trabalhar fora () Não sabe

VII - Desafios e demandas na bananicultura

29) Principais fatores que afetam a produtividade da banana (Marque até 3 opções):

() Solo () Manejo da adubação () Baixa adoção de tecnologia () Clima () Topografia

() Cultivar () Espaçamento () Idade das lavouras () Pragas e doenças () Tratos culturais

() Manejo da irrigação () Escassez de mão-de-obra () Sucessão familiar () Outros

30) Demandas tecnológicas e boas práticas agrícolas sugeridas (Marque até 3 opções):

() Desenvolvimento de cultivares de banana resistentes a doenças (ex.: Sigatoka-negra e Fusariose)

() Uso de bioinsumos e controle biológico para pragas e doenças

() Técnicas de manejo integrado de pragas e doenças (MIP e MID)

() Melhorias no manejo da fertilidade do solo, incluindo a adubação orgânica e remineralizadores;

() Sistemas de irrigação mais eficientes e sustentáveis

() Introdução de consórcios agroecológicos e sistemas agroflorestais

() Tecnologias de pós-colheita para aumentar a qualidade e durabilidade dos frutos

() Digitalização e uso de aplicativos para gestão da produção e comercialização

() Programas de certificação e rastreabilidade para agregar valor à produção

() Melhoria da assistência técnica e capacitação de produtores

Caso tenha alguma outra demanda específica, descreva:

APÊNDICE C – Localizações geográficas dos talhões amostrados

Talhão	Município	Comunidade	Latitude	Longitude
			Graus decimais	
1	Alfredo Chaves	Batatal	-20,528942°	-40,713644°
2	Alfredo Chaves	Batatal	-20,568197°	-40,734743°
3	Alfredo Chaves	Alfredo Chaves	-20,645158°	-40,799622°
4	Alfredo Chaves	Quarto Território	-20,656183°	-40,813228°
5	Alfredo Chaves	Caco de Pote	-20,611370°	-40,717177°
6	Alfredo Chaves	Sagrada Família	-20,595445°	-40,697030°
7	Alfredo Chaves	Sagrada Família	-20,596315°	-40,694443°
8	Alfredo Chaves	Caco de Pote	-20,603855°	-40,722160°
9	Alfredo Chaves	Caco de Pote	-20,598042°	-40,724815°
10	Alfredo Chaves	Alfredo Chaves	-20,660252°	-40,796242°
11	Alfredo Chaves	Cachoeira Alta	-20,673210°	-40,789405°
12	Alfredo Chaves	Boa Vista	-20,683437°	-40,792923°
13	Alfredo Chaves	Quarto Território	-20,665638°	-40,812812°
14	Alfredo Chaves	Quarto Território	-20,647282°	-40,807710°
15	Alfredo Chaves	Ibitiruí	-20,609865°	-40,846317°
16	Alfredo Chaves	Ibitiruí	-20,615952°	-40,839173°
17	Alfredo Chaves	Alfredo Chaves	-20,624187°	-40,747502°
18	Alfredo Chaves	Ibitiruí	-20,615308°	-40,835468°
19	Alfredo Chaves	Iriritimirim	-20,524135°	-40,777827°
20	Alfredo Chaves	São Joaquim	-20,673583°	-40,898143°
21	Alfredo Chaves	São Joaquim	-20,673745°	-40,901573°
22	Alfredo Chaves	São Joaquim	-20,674370°	-40,900667°
23	Alfredo Chaves	São Joaquim	-20,673080°	-40,891675°
24	Alfredo Chaves	Crubixá	-20,647512°	-40,895940°
25	Alfredo Chaves	Crubixá	-20,643037°	-40,895492°
26	Alfredo Chaves	Crubixá	-20,635905°	-40,905422°
27	Alfredo Chaves	Batatal	-20,561550°	-40,739393°
28	Alfredo Chaves	Batatal	-20,584425°	-40,742242°
29	Anchieta	Olivânia	-20,587022°	-40,665303°
30	Anchieta	Duas Barras	-20,614638°	-40,661408°
31	Anchieta	Duas Barras	-20,613943°	-40,660338°
32	Anchieta	Itaperorona Baixa	-20,743958°	-40,773607°
33	Anchieta	Itaperorona Baixa	-20,743745°	-40,774255°
34	Anchieta	Itaperorona Baixa	-20,744138°	-40,774537°
35	Anchieta	Córrego da Prata	-20,744385°	-40,785317°
36	Anchieta	Barro Branco	-20,642558°	-40,657617°
37	Anchieta	Olivânia	-20,584845°	-40,657098°
38	Anchieta	Olivânia	-20,586318°	-40,657125°
39	Iconha	Campinho	-20,709038°	-40,837577°
40	Iconha	Pedra Lisa Alta	-20,705357°	-40,832225°
41	Iconha	Monte Belo	-20,750590°	-40,853630°
42	Iconha	Inhaúma	-20,743258°	-40,886940°
43	Iconha	Pedra Lisa Baixa	-20,744793°	-40,841020°
44	Iconha	Campinho	-20,712332°	-40,871505°

45	Iconha	Campinho	-20,699478°	-40,854652°
46	Iconha	Campinho	-20,698875°	-40,850280°
47	Iconha	Duas Barras	-20,726110°	-40,865307°
48	Iconha	Campinho	-20,728367°	-40,858017°
49	Iconha	Pedra Lisa Alta	-20,707240°	-40,824528°
50	Iconha	Venezuela	-20,815417°	-40,889708°
51	Iconha	Pedra Lisa Alta	-20,707585°	-40,829392°
52	Iconha	Tocaia	-20,797712°	-40,823303°
53	Iconha	Cachoeira do Meio	-20,814428°	-40,886093°
54	Iconha	Campinho	-20,727235°	-40,860517°
55	Iconha	Campinho	-20,722425°	-40,843595°
	Rio Novo do			
56	Sul	Monte Alegre	-20,717428°	-40,928644°
57	Rio Novo do	Couro dos Monos	-20,858233°	-40,899723°
	Sul			
58	Rio Novo do	Couro dos Monos	-20,857192°	-40,899098°
	Sul			
59	Rio Novo do	Cachoeirinha	-20,835783°	-40,947778°
	Sul			
60	Rio Novo do	Arroio das Pedras	-20,781143°	-40,961548°
	Sul			
61	Rio Novo do	São Vicente	-20,800350°	-40,953698°
	Sul			
62	Rio Novo do	Capim-Angola	-20,823208°	-40,874870°
	Sul			
63	Rio Novo do	Cachoeirinha	-20,837118°	-40,956493°
	Sul			
64	Rio Novo do	Cachoeirinha	-20,835202°	-40,949538°
	Sul			
65	Rio Novo do	São Vicente de Baixo	-20,833700°	-40,942140°
	Sul			
66	Rio Novo do	Monte Alegre	-20,714417°	-40,927768°
	Sul			