



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DA CULTURA DA SOJA NA FAZENDA BELA
VISTA, APARECIDA DO RIO NEGRO – TO**

PALMAS

2025

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DA CULTURA DA SOJA NA FAZENDA BELA
VISTA, APARECIDA DO RIO NEGRO – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônômica do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins (IFTO), *Campus* Palmas, como
exigencia para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco
Sant'Ana

PALMAS, TO

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S725d Sousa, Pedro Henrique de
 DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DA CULTURA DA SOJA NA
 FAZENDA BELA VISTA, APARECIDA DO RIO NEGRO – TO / Pedro
 Henrique de Sousa. – Palmas, TO, 2025.
 66 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientador: Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana

1. Sojicultura. 2. Manejo agrícola. 3. Fertilidade do Solo. I. Sant'ana,
Edvaldo Vieira Pacheco. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

PEDRO HENRIQUE DE SOUSA

**DIAGNÓSTICO TECNOLÓGICO DA CULTURA DA SOJA NA FAZENDA BELA VISTA,
APARECIDA DO RIO NEGRO – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso Superior Bacharelado
em Engenharia Agrônômica do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como
exigência à obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 16 de dezembro de 2025

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana
IFTO - Campus Palmas - TO.

Profa. Dra. Maria Lucimar de Oliveira Souza
IFTO - Campus Palmas - TO.

Prof. Dr. Thômas Vieira Nunes
IFTO - Campus Palmas - TO.

Palmas - TO, 16 de dezembro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana**,
Coordenador, em 16/12/2025, às 12:41, conforme horário oficial de Brasília, com
fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maria Lucimar de Oliveira Souza**,
Servidor, em 16/12/2025, às 12:42, conforme horário oficial de Brasília, com
fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Thomas Vieira Nunes, Servidor**, em 16/12/2025, às 12:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3010863** e o código CRC **978A8AD2**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº 23236.025254/2025-39

SEI nº 3010863

*Dedico esse trabalho a Deus, que esteve
comigo em todos os momentos e tornou possível
a realização deste sonho.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por me conceder força, sabedoria e saúde durante toda a caminhada acadêmica, iluminando meus passos e me sustentando todos os dias.

Aos meus pais, Kleia e Antônio, e ao meu irmão João Paulo, a minha namorada Caroline, a minha querida avó Alda por ter cedido sua casa durante esses 5 anos, expresso minha eterna gratidão pelo apoio, amor e incentivo em todos os momentos. A força de vocês foi essencial para que eu superasse os desafios e alcançasse esta conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'Ana, agradeço pela confiança, dedicação do seu tempo, pela paciência, pelos ensinamentos e pelas valiosas sugestões dadas que contribuiu para esse trabalho.

À Fazenda Bela Vista, minha sincera gratidão pela oportunidade de aprendizado, pela recepção e pelo apoio durante o período de desenvolvimento deste trabalho. Agradeço, ainda, a toda a equipe e funcionários pelo apoio técnico e profissional, que contribuiu imensamente para a coleta de dados e o sucesso do estudo.

Aos professores, amigos e colegas de curso Laura Sousa, Rayllane Castro, Déborah Cardoso, Ana Clara Dionísio, Maria Eduarda, Michelly, Mateus Rodrigues, Fellipe Goulart, Marcus Vinícius, Luiz Henrik, minha sincera gratidão pelo incentivo, apoio e ajuda em todos os momentos que vivi durante o curso. Agradeço pela convivência, por cada aprendizado, pela parceria, amizade e troca de experiências ao longo dessa caminhada, que tornaram os dias de estudo mais leves e motivadores.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins *Campus* Palmas, juntamente com os seus professores sendo essencial e de extrema importância em todo o meu processo de formação.

E, por fim, expresso meu profundo agradecimento a todos que, de alguma forma, estiveram presentes e contribuíram para esta conquista.

“(..)

Tudo posso naquele que me fortalece.

Filipenses 4:13

RESUMO

O avanço da sojicultura no Tocantins tem provocado mudanças expressivas tanto na configuração da paisagem rural quanto no perfil socioeconômico de diversos municípios, sobretudo na região central do estado. Entretanto, essa expansão não ocorre de forma homogênea, evidenciando discrepâncias entre as unidades produtivas, relacionadas ao acesso diferenciado a tecnologias, à assistência técnica, à capacitação da mão de obra e à adoção de práticas de gestão profissional. O presente trabalho teve como objetivo realizar um diagnóstico tecnológico da produção de soja na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Aparecida do Rio Negro – TO, com o objetivo de identificar os fatores que influenciam o desempenho produtivo e propor melhorias para o sistema de manejo. Foi realizado o levantamento das práticas adotadas na propriedade, incluindo correção e fertilidade do solo, preparo e cobertura, sementes, inoculação, espaçamento, adubação, fitossanidade, manejo de plantas daninhas, mecanização, colheita, pós-colheita e gestão agrícola. Como também, foram analisadas as características químicas e físicas do solo e os dados de produtividade da safra. Os resultados indicaram que a propriedade apresenta elevado nível tecnológico, evidenciado pelo uso de sementes certificadas, sistemas conservacionistas como o plantio direto, produtos biológicos, maquinário moderno, estrutura de armazenamento própria e monitoramento sistemático da fertilidade. Apesar dos bons resultados, foram identificados pontos de melhoria relacionados à correção de solo em áreas específicas, variações nos teores de fósforo e potássio, necessidade de incremento de cobertura vegetal e ajustes na mecanização agrícola. Por tanto, o diagnóstico tecnológico é uma ferramenta essencial para aprimorar o desempenho produtivo e a sustentabilidade da sojicultura no Cerrado, permitindo intervenções direcionadas que elevaram a eficiência geral do sistema produtivo.

Palavras-chave: Sojicultura. Manejo agrícola. Fertilidade do solo. Cerrado tocaninense.

ABSTRACT

The expansion of soybean farming in Tocantins has caused significant changes in both the configuration of the rural landscape and the socioeconomic profile of several municipalities, especially in the central region of the state. However, this expansion is not homogeneous, revealing discrepancies between production units related to differentiated access to technologies, technical assistance, workforce training, and the adoption of professional management practices. This study aimed to conduct a technological diagnosis of soybean production at Fazenda Bela Vista, located in the municipality of Aparecida do Rio Negro – TO, in order to identify the factors that influence productive performance and propose improvements to the management system. A survey of the practices adopted on the property was carried out, including soil correction and fertility, preparation and cover, seeds, inoculation, spacing, fertilization, phytosanitary measures, weed management, mechanization, harvesting, post-harvest, and agricultural management. The chemical and physical characteristics of the soil and crop productivity data were also analyzed. The results indicated that the property has a high level of technology, evidenced by the use of certified seeds, conservation systems such as no-till farming, biological products, modern machinery, its own storage structure, and systematic fertility monitoring. Despite the good results, areas for improvement were identified related to soil correction in specific areas, variations in phosphorus and potassium levels, the need to increase vegetation cover, and adjustments to agricultural mechanization. Therefore, technological diagnosis is an essential tool to improve the productive performance and sustainability of soybean farming in the Cerrado, allowing targeted interventions that increase the overall efficiency of the production system.

Keywords: Soybean farming. Agricultural management. Soil fertility. Cerrado region of Tocantins.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do tempo da soja	17
Figura 2 - Mapa da fazenda Bela Vista	23
Figura 3 - Corretivo de solo presente na propriedade	25
Figura 4 - Relevo	27
Figura 5 - Sistema Plantio Direto	29
Figura 6 - Cultivar Olimpo	31
Figura 7 - Produtos Biologicos utilizados	32
Figura 8 - Nodulação da soja.....	34
Figura 9 - Produtos utilizados no manejo da lavoura	35
Figura 10 - Espaçamento entre linhas	36
Figura 11 - Fertilização.....	38
Figura 12 - Fitotoxidades por excesso de óleo mineral	42
Figura 13 - Pragas encontradas na lavoura.....	43
Figura 14 - Incidencia de plantas daninhas	44
Figura 15 - Maquinários	46
Figura 16 - Estrutura de armazenamento de grãos	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Problematização	13
1.2	Objetivos	14
1.2.1	Objetivo geral	14
1.2.2	Objetivos específicos	14
1.3	Justificativa	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Evolução histórica da sojicultura no Brasil	15
2.2	Importância econômica e agrônômica da soja	18
2.3	Aspectos edafoclimáticos e manejo da fertilidade no Cerrado	19
2.4	A importância do diagnóstico tecnológico na produção de soja	20
2.5	A sojicultura no Tocantins e os desafios tecnológicos	21
3	METODOLOGIA	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1	Tecnologia de Solo	24
4.1.1	Correção do solo	24
4.1.2	Relevo	26
4.1.3	Sistema de Preparo e Cobertura do Solo	28
4.2	Tecnologia de propagação	30
4.2.1	Sementes	30
4.2.2	Produtos biológicos	32
4.2.3	Nodulação da soja	33
4.2.4	Manejo cultural	34
4.3	Tecnologia de Espaçamento	35
4.3.1	Espaçamento de 50 cm: aderência às recomendações recentes	36
4.3.2	Relação entre espaçamento e produtividade da Fazenda Bela Vista	37
4.4	Tecnologia de Adubação	37
4.4.1	Relação da adubação com a Produtividade da Fazenda Bela Vista	38
4.5	Interpretação Da Análise De Solo Da Fazenda Bela Vista	39
4.5.1	pH e necessidade de calagem	39
4.5.2	Fósforo (P)	39
4.5.3	Potássio (K)	40

4.5.4	CTC (Capacidade de Troca Catiônica).....	40
4.5.5	Saturação por Bases (V%).....	40
4.5.6	Matéria Orgânica	40
4.5.7	Integração com a produtividade da fazenda	41
4.6	Fitossanidade	41
4.6.1	Fitotoxidade.....	41
4.6.2	Principais pragas identificadas	42
4.7	Plantas daninhas.....	44
4.7.1	Controle Químico	44
4.7.2	Relação entre fitossanidade e produtividade	45
4.8	Colheita e uso de maquinário	46
4.8.1	Colheita: eficiência e perdas.....	47
4.8.2	Influência das Condições de Solo na Operação de Colheita	47
4.8.3	Tecnologias de Agricultura de Precisão	48
4.9	Armazenamento e pós-colheita.....	49
4.9.1	Capacidade de armazenamento e relação com a produção da fazenda	50
4.9.2	Controle de Qualidade Pós-Colheita	51
4.9.3	Redução de Perdas Pós-Colheita	51
4.10	Gestão e tecnologia da informação na fazenda.....	51
4.10.1	Monitoramento Agrônomo e Coleta de Dados	52
4.10.2	Tecnologia de Máquinas e Agricultura de Precisão	52
4.10.3	Gestão Climática e Tomada de Decisão	53
4.10.4	Gestão Econômica	53
4.11	Recomendações Técnicas para Aprimoramento do Sistema Produtivo	54
5	CONCLUSÃO.....	56
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
	ANEXO A - Laudo de Análise Solo	62

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das principais commodities agrícolas globais, se destacando por sua importância estratégica tanto na economia mundial, quanto na segurança alimentar. A importância deste produto está associada à sua versatilidade, ao elevado aporte nutricional e ao extenso leque de usos, que inclui desde a alimentação humana e a composição de rações para animais até a obtenção de biocombustíveis (FAO, 2021).

Atualmente, a variedade cultivada apresenta características bastante distintas de suas formas ancestrais, originalmente plantas rasteiras encontradas na região leste da Ásia, especialmente nas margens do rio Yangtse, na China. Seu processo evolutivo teve início a partir de cruzamentos naturais entre duas espécies silvestres, que posteriormente foram domesticadas e aprimoradas por estudiosos da antiga civilização chinesa (EMBRAPA, 2025).

No final da década de 1960, fatores internos contribuíram para que o Brasil passasse a considerar a soja como uma cultura de relevância comercial, o que posteriormente impactaria o cenário mundial de produção do grão. Naquele período, o trigo ocupava posição de destaque no Sul do país, e a soja despontava como alternativa de cultivo de verão, sucedendo o trigo. Simultaneamente, à intensificação da produção de suínos e aves ampliava a demanda por farelo de soja. Assim, em 1966, a produção comercial já se consolidava como uma necessidade estratégica, alcançando aproximadamente 500 mil toneladas (HIRAKURI *et al.*, 2021).

Conforme artigo publicado pela Embrapa (2025), o aumento expressivo dos preços da soja no mercado internacional, em meados da década de 1970, estimulou ainda mais os produtores e o próprio governo brasileiro. Nesse contexto, o país passou a usufruir de uma vantagem competitiva em relação a outros exportadores, uma vez que a comercialização da safra nacional ocorria no período de entressafra norte-americana, quando as cotações internacionais atingiam níveis mais elevados. A partir desse cenário, houve uma intensificação dos investimentos em tecnologias voltadas à adaptação da cultura às condições edafoclimáticas do território brasileiro, processo conduzido pela Embrapa.

Como resultado, a pesquisa científica viabilizou a chamada "tropicalização" da soja, possibilitando o cultivo bem-sucedido em regiões de baixas latitudes, situadas entre o Trópico de Capricórnio e a Linha do Equador. Essa inovação representou um marco na história mundial da oleaginosa, com efeitos perceptíveis no mercado a partir do final da

década de 1980 e, de forma mais acentuada, nos anos 1990, período em que os preços internacionais do grão passaram a declinar (EMBRAPA, 2025). Atualmente, se destacam como principais produtores globais de soja os Estados Unidos, o Brasil, a Argentina, a China, a Índia e o Paraguai

O estado do Tocantins vem assumindo posição estratégica como fronteira agrícola emergente, compondo a região do MATOPIBA, que corresponde aos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia e é reconhecida como uma das mais recentes áreas de expansão do agronegócio brasileiro. Tal destaque decorre do elevado potencial de produção, associado à oferta de terras cultiváveis, ao clima propício e ao incremento em tecnologia e infraestrutura voltada ao setor agrícola (EMBRAPA, 2023).

O avanço da sojicultura no Tocantins tem provocado mudanças expressivas tanto na configuração da paisagem rural quanto no perfil socioeconômico de diversos municípios, sobretudo na região central do estado. Entretanto, essa expansão não ocorre de forma homogênea, evidenciando discrepâncias entre as unidades produtivas, relacionadas ao acesso diferenciado a tecnologias, à assistência técnica, à capacitação da mão de obra e à adoção de práticas de gestão profissional (FILHO, 2025).

Nesse contexto, a adoção de tecnologias agrícolas modernas, como sementes certificadas, correção de solos, agricultura de precisão, controle biológico e softwares de gestão, se mostra fundamental para elevar os resultados produtivos. Estudos técnicos indicam que esses instrumentos são determinantes para garantir a viabilidade econômica e ambiental da atividade, sobretudo em áreas do Cerrado, cujos solos apresentam baixa fertilidade natural (ANDRADE, 2025).

Com base no contexto apresentado, a presente pesquisa realizou um diagnóstico tecnológico da cultura da soja em talhões de diferentes produtividades dentro de uma propriedade localizada no município de Aparecida do Rio Negro – TO, de modo a identificar os fatores que influenciam o desempenho e propor recomendações para a melhoria da produção.

1.1 Problemática

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, ocupando grande extensão territorial e assumindo papel central na economia nacional. É válido ressaltar que, a tecnologia desempenha um papel determinante na sojicultura moderna, influenciando diretamente a competitividade e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. O Tocantins tem se destacado como nova fronteira agrícola, com expansão da área

plantada e ganhos expressivos em produção (CONAB, 2025). Embora a produtividade estadual apresente avanços, dentro de uma mesma propriedade ainda ocorrem diferenças marcantes entre talhões, influenciadas por fatores como solo, histórico de uso, manejo, tecnologia e condições locais. Identificar com precisão os determinantes dessas variações continua sendo um desafio.

Na Fazenda Bela Vista, situada no município de Aparecida do Rio Negro – TO, é possível observar a ocorrência de variação significativa na produtividade da soja entre diferentes talhões, mesmo quando submetidos a práticas de cultivo semelhantes. Essa heterogeneidade sugere que fatores relacionados ao manejo, à fertilidade do solo, ao histórico de uso da área e ao nível tecnológico empregado possam estar impactando de maneira distinta o desempenho produtivo. Diante desse cenário, foi formulado a seguinte questão central de pesquisa: quais fatores tecnológicos determinam as diferenças de produtividade da soja entre os talhões da Fazenda Bela Vista?

Responder a essa questão é fundamental para orientar estratégias de manejo mais adequadas, possibilitar a utilização eficiente dos recursos disponíveis e reduzir perdas decorrentes de falhas no sistema produtivo. Além disso, compreender os fatores determinantes da variação interna de produtividade poderá contribuir para otimizar os resultados da propriedade e servir de referência para outras fazendas da região com características semelhantes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Realizar um diagnóstico tecnológico da cultura da soja em propriedade localizada no município de Aparecida do Rio Negro – TO.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento das práticas de manejo utilizadas na propriedade, considerando preparo de solo, adubação, cultivares, controle de plantas daninhas, pragas e doenças, colheita, pós-colheita e gestão.
- Avaliar a produtividade da soja da unidade de produção agrícola da Fazenda Bela Vista.
- Propor recomendações técnicas que possam contribuir para elevar a produtividade da cultura da soja nas áreas de menor desempenho.

1.3 Justificativa

A soja tem grande relevância para o agronegócio brasileiro e também se destaca no Tocantins, onde o cultivo vem se expandindo e consolidando o estado como nova fronteira agrícola. Apesar desse avanço, os ganhos de produtividade ainda enfrentam limitações relacionadas a fatores como clima, solo, manejo e uso de tecnologias adequadas, além de questões ligadas à gestão da propriedade, que podem impactar desde o planejamento das operações agrícolas até o controle de custos, a alocação eficiente de recursos e a tomada de decisões estratégicas. Entre os aspectos mais críticos está a fertilidade do solo, que depende de práticas como correção do pH, uso equilibrado de nutrientes e técnicas de manejo que favoreçam a disponibilidade de elementos essenciais à cultura.

Dentro de uma mesma propriedade, é comum encontrar variações de produtividade entre talhões, resultado de diferenças no histórico de uso, características do solo, relevo e práticas de manejo adotadas. Diante disso, a realização de diagnósticos tecnológicos detalhados na Fazenda Bela Vista é fundamental para identificar os fatores que limitam o rendimento e propor soluções específicas a cada situação. Esse estudo se justifica por unir relevância científica, ao produzir conhecimento aplicado à realidade local, e importância prática, ao oferecer alternativas para melhorar a produtividade de forma sustentável e acessível ao produtor.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Evolução histórica da sojicultura no Brasil

Originário do Leste Asiático, a soja (*Glycine max L.*), se consolidou como uma das culturas agrícolas mais importantes do mundo, destacando por ser versátil e de alto valor nutricional, além da relevância econômica. Segundo Mishara *et al.* (2024), o grão é responsável por cerca de 25% do óleo comestível mundial e dois terços da proteína utilizada na alimentação animal, o que faz com que se torne um pilar da segurança alimentar global.

Historicamente, a soja tem sido utilizada há séculos em países como China, Japão, Coreia, Filipinas e Indonésia, onde serviu como base alimentar em produtos análogos à carne, leite, queijo e óleo. Essa importância cultural e nutricional levou à sua denominação simbólica como “vaca do campo” ou “ouro do solo” (MISHARA *et al.*, 2024).

Conforme apresentado por Santos (2021), autor de artigo da Embrapa Solos, é possível verificar que a soja desempenha papel fundamental na rotação de culturas, contribuindo para a fixação biológica de nitrogênio, a prevenção da erosão e a melhoria da fertilidade do solo. Contudo, a expansão do cultivo tem sido associada a impactos ambientais significativos, especialmente a desmatamentos na Amazônia e no Cerrado, devido à conversão direta de florestas em áreas agrícolas e à expansão indireta de pastagens e infraestrutura.

Ao longo da história, as atividades agropecuárias sempre desempenharam papel central no desenvolvimento econômico de diversas nações, entre elas Brasil e Argentina. A introdução e posterior expansão do cultivo da soja nesses países provocaram mudanças profundas na organização e no desempenho de seus setores rurais. No contexto brasileiro, uma cultura que inicialmente tinha participação modesta passou, em poucas décadas, a ocupar posição estratégica, tornando-se um dos pilares da economia agrícola e um dos principais produtos responsáveis pelo fortalecimento do saldo comercial do país (PEREIRA, 2021).

O complexo produtivo da soja se consolidou como um dos pilares do agronegócio global, resultado de uma combinação de fatores que fortaleceram sua relevância econômica. A expansão do comércio internacional, o reconhecimento crescente da oleaginosa como uma das principais fontes de proteína vegetal e o avanço contínuo das tecnologias agrícolas contribuíram decisivamente para que a cultura se estabelecesse e se difundisse em diversas regiões do mundo (PEREIRA, 2021).

No Brasil, a introdução da soja ocorreu no início do século XX, mas foi a partir da década de 1970 que a cultura ganhou importância comercial (Figura 1). Inicialmente concentrada na região Sul, a produção se expandiu devido à demanda crescente por farelo de soja para alimentação animal e ao aumento dos preços internacionais (HIRAKURI *et al.*, 2021).

Figura 1 - Linha do tempo da soja



Fonte: Adaptado de Monsanto, s.d.

De acordo com a Embrapa (2025), a década de 1970 marcou um ponto de inflexão na história da cultura, quando pesquisas genéticas e fitotécnicas permitiram adaptar a soja às condições tropicais. Esse processo, conhecido como “tropicalização da soja”, consistiu em desenvolver cultivares capazes de se adaptar a fotoperíodos e temperaturas distintas, possibilitando o cultivo em regiões até então consideradas inadequadas, como o Cerrado e a Amazônia oriental.

O Brasil passou, então, a integrar o seleto grupo de países líderes na produção e exportação de soja, com ganhos expressivos em produtividade e rentabilidade. O avanço tecnológico impulsionado por instituições de pesquisa, como a Embrapa, foi decisivo para essa transformação (EMBRAPA, 2023). Esse movimento histórico criou as bases para que a oleaginosa deixasse de ser uma cultura marginal e se transformasse em um dos pilares do agronegócio nacional, marcando uma evolução que combina investimentos públicos em pesquisa, adaptação tecnológica e ampliação das fronteiras produtivas (APROSOJA BRASIL, 2025).

A expansão da sojicultura também estimulou o desenvolvimento de novas fronteiras agrícolas, destacando o MATOPIBA. Essa região se caracteriza pela combinação de solos planos, disponibilidade de terras e condições climáticas favoráveis ao cultivo. Segundo a Embrapa (2023), o MATOPIBA é atualmente uma das áreas de maior potencial de crescimento da agricultura nacional, desempenhando papel central na interiorização do agronegócio brasileiro.

A cadeia produtiva da soja é um dos elementos centrais do agronegócio mundial, sustentada por fatores que ampliaram sua importância econômica e estratégica nas

últimas décadas. O aumento expressivo do comércio internacional, aliado ao fato de a cultura ser responsável por mais de 60% do farelo proteico comercializado mundialmente (FAO, 2023), reforça sua posição dominante no mercado. Além disso, o avanço contínuo das tecnologias de cultivo, incluindo melhoramento genético, manejo de precisão e expansão de áreas produtivas adaptadas ao clima tropical, tem permitido que a sojicultura se estabeleça e avance em diferentes regiões do planeta (PEREIRA, 2021).

2.2 Importância econômica e agrônômica da soja

A expansão do cultivo de soja avançou durante as décadas de 1970 e 1980, especialmente para a porção central do Brasil, abrangendo os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (SILVA, 2021). Esse movimento foi impulsionado, em grande medida, pela disponibilidade de extensas áreas de Cerrado aptas à conversão agrícola, o que permitiu elevar os níveis de produtividade. Outro fator determinante foi a valorização da soja no mercado internacional, que intensificou a demanda e estimulou a entrada de novos produtores na atividade.

Atualmente, a cultura está presente em todos os estados brasileiros, embora sua produtividade varie de acordo com as condições edafoclimáticas regionais. As regiões tropicais, por exemplo, oferecem maior favorabilidade ao cultivo, devido à elevada incidência de radiação solar, temperaturas adequadas, solos de boa fertilidade, adubação equilibrada e práticas de manejo consolidadas (SILVA, 2021). A incorporação contínua de tecnologias de produção contribuiu de forma decisiva para acelerar o crescimento da sojicultura no país.

Nos dias atuais, a soja é reconhecida como uma das principais culturas agrícolas do mundo, desempenhando papel estratégico na economia global e na segurança alimentar. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO, 2021), mais de 60% da produção mundial de grãos destinados à extração de óleo vegetal e fabricação de farelo proteico provêm da soja. Essa oleaginosa apresenta ampla versatilidade de uso, sendo empregada na alimentação humana, na composição de rações animais, na indústria farmacêutica, e como matéria-prima para biocombustíveis, se tornando essencial ao agronegócio moderno.

No Brasil, a sojicultura é uma das bases do setor agrícola, responsável por expressiva parcela das exportações nacionais. Dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025), apontam que o país se firmou como o segundo maior produtor mundial, atrás apenas dos Estados Unidos. Essa liderança é resultado de

investimentos em pesquisa, melhoramento genético e expansão da fronteira agrícola, especialmente no bioma Cerrado.

Além do valor econômico, a soja possui importância ecológica e social, por integrar sistemas de rotação de culturas e contribuir para a fixação biológica de nitrogênio no solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes nitrogenados (SEDIYAMA, 2015). Segundo a Embrapa (2025), o cultivo racional da soja permite o aproveitamento sustentável de áreas anteriormente degradadas, melhorando a estrutura do solo e favorecendo o equilíbrio ambiental.

2.3 Aspectos edafoclimáticos e manejo da fertilidade no Cerrado

O Cerrado brasileiro, bioma predominante no estado do Tocantins, apresenta solos altamente intemperizados, com baixa fertilidade natural e acidez elevada, condições resultantes de milhões de anos de transformações pedogenéticas intensas que removeram grande parte dos nutrientes essenciais às plantas (SOUZA *et al.*, 2021 *apud* SILVA, 2022

Silva (2022) destaca que esses solos são predominantemente latossolos, profundos, bem drenados e pobres em nutrientes como fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de concentrarem alumínio em níveis tóxicos para muitas espécies vegetais. Tais características edáficas explicam por que, até a década de 1970, o Cerrado era considerado impróprio para agricultura comercial, exigindo intervenções químicas e biológicas para torná-lo produtivo. Segundo Andrade (2025), a correção da acidez e o manejo adequado dos nutrientes são condições indispensáveis para o sucesso de culturas, como a soja, na região.

Além dos latossolos, o Cerrado abriga outras classes de solos importantes para o planejamento agrícola, como argissolos, neossolos quartzarênicos e plintossolos, cada um com limitações específicas que influenciam diretamente as estratégias de manejo. Silva (2022), ressalta que os neossolos quartzarênicos, presentes em cerca de 15% do bioma, possuem baixa agregação de partículas e alta susceptibilidade à erosão, enquanto os argissolos exibem variações texturais que podem limitar o desenvolvimento radicular e intensificar riscos de degradação quando manejados inadequadamente. Essa diversidade edáfica exige diagnósticos detalhados para orientar práticas de correção e adubação compatíveis com cada talhão.

A transformação agrícola do Cerrado só foi possível devido ao avanço das pesquisas sobre correção de solo, especialmente aquelas conduzidas por instituições como Embrapa e seus centros de pesquisa especializados. Autores, como Silva (2022) e

Sediyama (2015). reforçam que, a partir das décadas de 1960 e 1970, estudos focados em calagem, adubação fosfatada e uso de plantas de cobertura foram fundamentais para superar a visão de que o Cerrado era uma região “esterilizada” e improdutiva. Assim, práticas como aplicação de calcário, adubação verde, rotação de culturas e manejo conservacionista se tornou um dos pilares para o aumento da produtividade em cultivos como soja, milho e algodão.

Estudos da Embrapa (2023), mostram que a aplicação integrada de corretivos, adubação equilibrada e manejo conservacionista tem permitido expressivos ganhos de produtividade da soja no Cerrado, superando 70 sacas por hectare em algumas regiões do MATOPIBA. Contudo, a ausência de diagnóstico detalhado e o manejo inadequado ainda são causas recorrentes de perdas de rendimento.

O Tocantins, por ser uma fronteira agrícola recente, apresenta grande diversidade de condições edafoclimáticas (TOCANTINS, 2022), o que exige recomendações técnicas específicas para cada propriedade. O diagnóstico tecnológico, nesse contexto, é visto como instrumento essencial para compreender os fatores limitantes locais e ajustar o manejo de acordo com as particularidades do solo e do clima.

2.4 A importância do diagnóstico tecnológico na produção de soja

O diagnóstico tecnológico é uma ferramenta essencial para compreender o nível de adoção de tecnologias em propriedades agrícolas, identificar gargalos produtivos e propor soluções específicas (FILHO, 2025). Esse tipo de análise permite avaliar o uso de insumos, práticas de manejo, infraestrutura e estratégias de gestão, possibilitando ao produtor planejar melhor suas atividades e aumentar a eficiência produtiva.

De acordo com Filho (2019) um dos principais desafios da agropecuária contemporânea consiste em alcançar a sustentabilidade produtiva, tanto sob a perspectiva ambiental quanto econômica. Esse objetivo não depende apenas do avanço tecnológico (CASE IH, 2023) disponível ao longo da cadeia produtiva, mas, sobretudo, da eficiência na gestão dos processos produtivos, capaz de integrar recursos, práticas e inovações de forma racional e estratégica. E essa análise é feita mediante ao diagnóstico, para assim, mapear soluções.

Na cultura da soja, o diagnóstico tecnológico é particularmente importante devido à complexidade dos fatores que influenciam o rendimento, como qualidade das sementes, fertilidade do solo, manejo de pragas e doenças, condições climáticas e decisões de colheita (CONAB, 2025). A integração dessas informações facilita o estabelecimento de

estratégias de melhoria contínua, especialmente em propriedades que apresentam variação de produtividade entre talhões. Hirakuri *et al.* (2018), reforça a ideia de que a região do MATOPIBA, por razão de suas características edafoclimáticas, é necessário o uso de tecnologias mais adaptadas a região, o que torna necessário a realização de diagnósticos tecnológicos nas lavouras.

Conforme destaca Andrade (2025), a análise tecnológica deve considerar não apenas a dimensão produtiva, mas também os aspectos econômicos e ambientais, assegurando a sustentabilidade do sistema agrícola. Tecnologias como agricultura de precisão, sensores remotos, georreferenciamento e *softwares* de gestão vêm sendo cada vez mais incorporadas ao processo produtivo, permitindo monitorar com maior precisão a variabilidade espacial das lavouras.

Essas ferramentas contribuem para a redução de custos, uso racional de insumos e aumento da produtividade, além de favorecerem a tomada de decisão baseada em dados técnicos. No entanto, a adoção dessas tecnologias ainda é desigual no Brasil, principalmente entre pequenos e médios produtores, o que reforça a importância de estudos regionais sobre o tema (FILHO, 2025).

2.5 A sojicultura no Tocantins e os desafios tecnológicos

A produção de soja no Tocantins tem crescido de forma acelerada, acompanhando o processo de consolidação do MATOPIBA (LOAYZA, *et al.*, 2023). Dados da Embrapa (2023) indicam que o estado já figura entre os principais produtores da região Norte, destacado por seu potencial produtivo e pela expansão de áreas de cultivo. No entanto, a produtividade média ainda é inferior à observada em estados mais consolidados, como Mato Grosso e Goiás, o que evidencia a necessidade de avanços tecnológicos e de capacitação técnica.

De acordo com Filho (2025), existem diferenças significativas entre propriedades do Tocantins quanto ao nível de mecanização, adoção de boas práticas agrícolas, gestão de custos e monitoramento da produção. Em muitos casos, a limitação não está na falta de recursos, mas na ausência de informações técnicas e planejamento estratégico.

O uso de tecnologias de precisão, como drones, sistemas GPS, sensores de solo e plataformas digitais de gestão, ainda é incipiente em grande parte das fazendas do estado. No entanto, estudos apontam que sua adoção pode aumentar a produtividade da soja em até 25%, além de reduzir o desperdício de insumos e minimizar impactos ambientais (CONAB, 2025).

Para a safra 2025/26, o Governo do Estado do Tocantins (TOCANTINS, 2025), com base em estudo da Conab, estima um crescimento de 6,7% na área cultivada e 4,8% na produção total, em relação a safra anterior. É estimado que com esse aumento, alcancem 9,63 milhões de toneladas de grão, sendo esse um novo recorde para a agricultura do estado. A soja se mantém como o principal item da produção agrícola, respondendo por aproximadamente 60% da área cultivada e cerca de 66% do volume total produzido, consolidando a cultura como de maior relevância econômica e estratégica no setor.

Esse crescimento está associado à adoção de práticas como plantio direto, conservação da palhada, rotação de culturas e ao maior uso de tecnologias voltadas à eficiência hídrica, fatores fundamentais para enfrentar desafios edafoclimáticos típicos do estado. Entretanto, irregularidades no regime de chuvas e a necessidade de ampliar o acesso a ferramentas de agricultura de precisão ainda representam obstáculos importantes para o aumento da produtividade e sustentabilidade da cultura no Tocantins (TOCANTINS, 2024).

Nesse contexto, o diagnóstico tecnológico da Fazenda Bela Vista, localizada no município de Aparecida do Rio Negro - TO, assume papel fundamental, pois permitiu compreender como o nível de tecnologia empregado influencia o desempenho produtivo entre talhões. A identificação de gargalos técnicos e de manejo forneceu subsídios para recomendações que possam vir a ser aplicadas não apenas na propriedade em estudo, mas também em outras fazendas da região central do Tocantins.

3 METODOLOGIA

O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa aplicada, de natureza descritiva e exploratória, com procedimento técnico do tipo estudo de caso, realizada na Fazenda Bela Vista, localizada no município de Aparecida do Rio Negro – TO e localizada nas coordenadas geográficas de 9.832784° de latitude sul e 47,965994 de longitude oeste, nos meses de julho a novembro de 2025, abrangendo a área destinada ao cultivo da soja.

A coleta de dados foi dividida em duas etapas. Na primeira, foi realizado o levantamento das práticas de manejo aplicadas na e gestão utilizadas na propriedade. Estas foram caracterizadas como tecnologias, contemplando solo, adubação, fitossanidade e as variáveis dessas tecnologias, como correção de solo, relevo, cultivares, plantio, controle de pragas, doenças e plantas daninhas, além dos procedimentos de

colheita e pós-colheita. Todos os parâmetros foram observados visualmente, a fim de compreender como eram aplicados na propriedade e compreender sua influência no desempenho produtivo.

Na segunda etapa, foram analisados os resultados de fertilidade do solo (pH, matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes) e os dados de produtividade global da propriedade, considerando registros de colheita mecanizada e/ou informações fornecidas pelo produtor. Para obtenção do laudo de análise de solo, foi coletado o solo de pontos específicos da propriedade e enviados a um laboratório especializado, com o intuito de obter os parâmetros avaliativos.

Os dados obtidos foram organizados em tabelas, permitindo identificar padrões de desempenho produtivo e os principais fatores tecnológicos que impactam o rendimento da soja. Como parâmetro de referência, foram utilizados trabalhos científicos, boletins técnicos e cartilhas elaborados por instituições de pesquisa, como a Embrapa Soja.

Com base nessas informações, foi elaborado um diagnóstico tecnológico da área produtiva da Fazenda Bela Vista (Figura 2), destacando pontos fortes e fragilidades e propondo recomendações técnicas aplicáveis à realidade da propriedade.

Figura 2 - Mapa da fazenda Bela Vista



Fonte: Autoria própria, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Tecnologia de Solo

4.1.1 Correção do solo

No Tocantins, os solos predominantemente encontrados são os latossolos vermelho-amarelo, frequentemente associado a cambissolos e litossolos, os plintossolos nas planícies do Araguaia e os neossolos nas região leste do estado (FONTANA, 2019).

A Fazenda Bela Vista apresenta solos típicos da região central do Tocantins, caracterizados predominantemente por textura argilosa e presença de cascalho. Esses solos, comuns em ambientes de Cerrado, apresentam baixa CTC, acidez elevada e riscos de deficiência nutricional, padrão amplamente descrito pela literatura recente (EMBRAPA SOJA, 2022; SILVA *et al.*, 2021).

A capacidade de troca de cátions (CTC) do solo está diretamente relacionada à sua acidez, uma vez que solos com baixa CTC apresentam menor capacidade de reter cátions básicos como cálcio, magnésio e potássio, tornando-se mais suscetíveis à acidificação e à lixiviação de nutrientes. Segundo a Embrapa (2023), em solos com CTC reduzida, pequenas variações no pH podem provocar grandes alterações na disponibilidade de nutrientes e no alumínio trocável, o que reforça a importância da correção da acidez por meio da calagem e do manejo adequado da matéria orgânica. Assim, a manutenção de níveis adequados de pH e o incremento da matéria orgânica contribuem para elevar a CTC efetiva do solo, promovendo maior estabilidade química e melhor eficiência do sistema produtivo.

Em vista da necessidade de trabalhar o solo, os produtores da fazenda, realizam a análise química e física do solo regularmente, adotando calagem conforme recomendações técnicas, prática já consolidada para correção da acidez e melhoria da estrutura do solo (Figura 3). Carvalho (2021), destaca que a correção do solo com calcário, aumenta a resistência à seca e eleva a produtividade da soja em cerca de 38%. Os mesmos ainda frisam que a correção e adubação do solo, possibilitou a ocupação de áreas do Cerrado, anteriormente vistas como improdutivas.

Conforme apontado por Pereira (2025), a aplicação de corretivos, especialmente a calagem, exerce papel fundamental nos solos tropicais, pois promove o aumento da soma de bases, melhora a disponibilidade de nutrientes e amplia a capacidade de troca do solo, refletindo diretamente na elevação da CTC efetiva. Esse processo também contribui para a ocupação dos sítios de troca por cálcio e magnésio, elevando o pH a níveis que

reduzem significativamente a presença de alumínio em formas tóxicas às plantas. Para neutralizar a acidez, é necessário utilizar de um material capaz de liberar ânions que se combinem com o hidrogênio, formando ácidos fracos, ao mesmo tempo em que disponibilizam cálcio, ou a combinação de cálcio e magnésio, às culturas. Os insumos utilizados nesse processo, os calcários, são extraídos como rochas naturais, posteriormente moídas e peneiradas antes de sua incorporação ao solo (RONQUIM, 2020).

Nas atividades agrícolas, é comum a utilização de calcário dolomítico, o qual atua no fornecimento de cálcio e magnésio e na neutralização dos íons hidrogênio e do alumínio tóxico presentes no solo, conforme destacado por Ronquim (2010). Na Fazenda Bela Vista, esse corretivo foi aplicado como parte do manejo para melhoria da fertilidade do solo.

Figura 3 - Corretivo de solo presente na propriedade



Fonte: Autoria própria, 2025.

A calagem constitui uma prática essencial no manejo agrícola por promover melhorias significativas em diversas propriedades do solo, resultando em ganhos cumulativos na produtividade das culturas (PEREIRA, 2025). Sua eficiência se deve aos múltiplos efeitos sobre solos ácidos, entre eles a neutralização do alumínio em formas tóxicas, o fornecimento de cálcio e magnésio e o aumento do pH. Esses benefícios favorecem o desenvolvimento mais profundo e vigoroso do sistema radicular, o que se reflete diretamente em maior crescimento e desempenho da parte aérea das plantas (SILVA, 2022).

Assim, é notável que a Fazenda Bela Vista atende aos níveis tecnológicos atualizados relativos à correção da acidez, contribuindo para as boas produtividades verificadas nos talhões BV01, BV02, BV03 e BV10, todos acima de 86 sc/ha (tabela 1).

Tabela 1 - Produtividade por talhões

FAZENDA BELA VISTA			
Talhão	Volume (kg)	Área (há)	sc/ha
BV01	765.576	147	86,8
BV02	981.192	185,5	88,1
BV03	593.191,2	113,9	86,8
BV04	579.126	127,5	75,7
BV05	961.957	190,0	84,4
BV06	506.864	100,0	84,5
BV07	606.387	137	73,8
BV08	503.497	97	86,5
BV09	404.195	91	74,0
BV10	500.031	95	87,7
Total	6.402.016,2	1283,9	82,83

Fonte: Autoria própria, 2025.

4.1.2 Relevo

Frequentemente, um dos fatores principais que influenciam a produtividade das culturas, é o relevo (MACHADO *et al.*, 2016), visto que gera influência nas propriedades do solo, no escoamento, na evaporação e transpiração do solo.

As informações obtidas em campo indicam que a propriedade possui áreas predominantemente planas e suavemente onduladas, com uso consolidado de palhada e sistemas conservacionistas de solo, conforme registros de cobertura e manejo (Figura 4).

Este relevo se destaca por ser favorável ao cultivo da soja, reduzindo riscos de erosão e gerando maior eficiência operacional.

De acordo com Embrapa (2020), áreas com declividade inferior a 8%, como as observadas na propriedade, são ideais para atividades de plantio mecanizado, semeadura em espaçamento reduzido, melhor infiltração hídrica e menor compactação superficial. Dispensando a necessidade de uma prática conservacionista, como o uso do terraço, devido que nessas condições, o escoamento superficial da água é lento e o risco de erosão no local é baixo, assim como é tratado pela Terracap (2024), em um estudo de impacto ambiental. A boa adequação do relevo também se reflete na uniformidade da produtividade média dos talhões, com variação relativamente moderada entre os ambientes produtivos, mesmo considerando diferenças químicas ou de matéria orgânica.

Figura 4 - Relevo



Fonte: Autoria própria, 2025.

Com isso, é possível verificar que a boa adequação do relevo também se reflete na uniformidade da produtividade média dos talhões, com variação relativamente moderada entre os ambientes produtivos, mesmo considerando diferenças químicas ou de matéria orgânica. Autores como Oliveira (2015), relatam que a declividade do solo pode influenciar no deslocamento dos nutrientes, fazendo com que estes sejam carregados pelo deflúvio, causando a estratificação da fertilidade.

4.1.3 Sistema de Preparo e Cobertura do Solo

O Sistema de Plantio Direto (SPD) já é adotado em mais de 33 milhões de hectares da área agrícola brasileira (FEBRAPDP, 2022). Considerado uma prática sustentável, o SPD é amplamente reconhecido internacionalmente por seus efeitos positivos sobre o ambiente. Entre seus principais benefícios é possível destacar a diminuição dos processos erosivos, a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além da capacidade de mitigar impactos provenientes das emissões de gases de efeito estufa. O sistema também favorece o aumento da biodiversidade, contribui para o equilíbrio do ciclo hidrológico (SILVA *et al.*, 2022) e auxilia na redução do uso de insumos sintéticos (MAPA, 2020).

O uso do SPD é visto como um manejo conservacionista do solo, sendo necessário visto que o uso intensivo do solo pelos produtores, aliadas ao negligenciamento em torno de limitações físico-hídricas do solo e a adoção de tecnologias de mecanização dos tratos culturais nas etapas de produção das culturas causam a degradação na estrutura do solo (LIMA, 2018). Além disso, o tráfego de máquinas e equipamentos agrícolas e também animais causa a compactação do solo

O uso da palhada como cobertura foi identificado entre os principais manejos registrados na fazenda, reforçando a adoção do SPD nas áreas produtivas (Figura 5). O Sistema de Plantio Direto é uma prática agrícola de base conservacionista, caracterizada pela ausência das etapas tradicionais de preparo do solo, como aração e gradagem. Nesse sistema, o solo permanece constantemente coberto, seja por plantas vivas em desenvolvimento ou por resíduos vegetais remanescentes de culturas anteriores. Essa cobertura desempenha papel fundamental na proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, na redução do escoamento superficial e na contenção de processos erosivos, tanto hídricos quanto eólicos (EMBRAPA, 2021).

Nos últimos cinco anos, o SPD tem sido apontado como o principal responsável pelo aumento da infiltração, melhoria estrutural e maior resiliência hídrica das lavouras de soja na região Norte (CONAB, 2023).

Figura 5 - Sistema Plantio Direto



Fonte: Autoria própria, 2025.

Segundo a Embrapa (2022), o SPD reduz temperaturas superficiais do solo e melhora a atividade microbiana, impactando diretamente o rendimento. Isso explica parcialmente o desempenho elevado dos talhões BV02 (88,1 sc/ha) e BV10 (87,7 sc/ha), conforme demonstrado no Tabela 1. Na propriedade analisada, a palhada utilizada no SPD é proveniente da cultura do milho, cultivado na safrinha (entre janeiro e a primeira quinzena de abril), assegurando adequada cobertura do solo durante o ciclo da soja.

De acordo com Silva *et al.* (2022), no Cerrado, a adoção desse sistema de plantio é caracterizada pela baixa utilização de plantas de cobertura e rotação de cultura, o que gera pouca palhada no solo, predominando, de fato, a cultura da soja integrada a sucessão

com o milho safrinha. Os autores destacam ainda que a adoção de uma rotação de culturas bem planejada, mesmo em áreas onde a cobertura do solo é limitada, contribui significativamente para a ciclagem de nutrientes. Esse processo, por sua vez, potencializa o aumento da produtividade das culturas e o acúmulo de biomassa nos agroecossistemas.

4.2 Tecnologia de propagação

4.2.1 Sementes

No Brasil, o modelo oficial adotado para produção de sementes é o Sistema de Certificação. Conforme o Decreto nº 5.153, que regulamenta a Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003, referente ao Sistema Nacional de Sementes e Mudanças (SNSM), o Art. 35 define seis categorias de sementes:

- I. genética;
- II. básica;
- III. certificada de primeira geração (C1);
- IV. certificada de segunda geração (C2);
- V. S1;
- VI. S2.

As categorias básica, C1, C2, S1 e S2 devem atender a padrões mínimos de qualidade, abrangendo germinação, pureza física e varietal, além de requisitos fitossanitários, todos especificados nas normas oficiais de produção e comercialização e fiscalizados pelo poder público (Lei nº 10.711/2003).

Os dados coletados na Fazenda Bela Vista evidenciam o uso de sementes comerciais certificadas, incluindo a cultivar Olimpo (Figura 6). A escolha por cultivares modernas está alinhada às recomendações atuais da Embrapa Soja (2021), que destacam ganhos genéticos expressivos em termos de tolerância a estresses climáticos, arquitetura de plantas mais eficiente, resposta elevada a tecnologias de fertilidade e manejo, maior estabilidade produtiva.

Conforme a Bayer (2023), o potencial produtivo de uma lavoura está ligado diretamente com a qualidade da semente utilizada no plantio, sendo essa, o principal insumo da produção agrícola. A multinacional destaca que “a escolha correta da semente é determinante para o estabelecimento de uma população uniforme de plantas, mesmo em situações de estresse climático”.

De acordo com informações divulgadas pela Bayer (2023), baseadas em estudos da Embrapa, falhas no estande inicial têm impacto direto sobre a produtividade: em

populações de soja espaçadas a cada 10 cm, a perda de apenas uma planta por metro quadrado pode resultar em redução estimada entre 180 e 240 kg por hectare. Esse dado reforça a importância de escolher sementes com elevado vigor, germinação comprovada e tecnologias incorporadas, garantindo uniformidade na emergência e melhor aproveitamento do potencial genético da cultivar (BAYER, 2023).

Figura 6 - Cultivar Olimpo



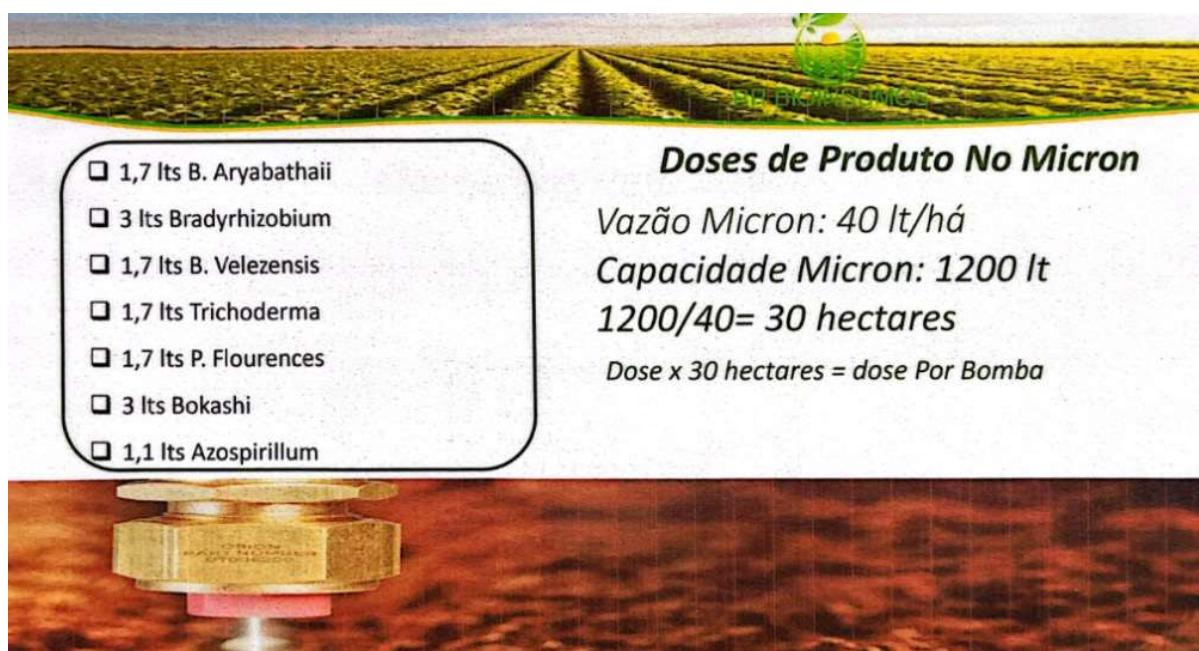
Fonte: Autoria própria, 2025.

As sementes certificadas seguem os padrões do Sistema Nacional de Sementes e Mudas (SNSM) e do RENASEM, conforme legislação vigente (Lei n. 10.711/2003). Esse padrão de controle garante pureza varietal, germinação mínima padronizada, sanidade superior, rastreabilidade do lote. O emprego da cultivar Olimpo, de ampla adoção no Cerrado, contribui para o desempenho geral da Fazenda Bela Vista, que apresentou média de 82,83 sc/ha (Tabela 1) na safra analisada, muito próxima dos padrões regionais observados pela Conab (2024), que indicam médias entre 80 e 85 sc/ha no Tocantins.

4.2.2 Produtos biológicos

As informações de campo mostram que a Fazenda Bela Vista adota inoculação e coinoculação, com produtos biológicos, além de usa-lós como parte do tratamento avançado de sementes. De acordo com a literatura recente (EMBRAPA SOJA, 2021; ZILLI *et al.*, 2020), a inoculação com *Bradyrhizobium* (Figura 7), promove maior fixação biológica de nitrogênio (FBN), redução de custos com adubação nitrogenada, maior nodulação, aumento da produtividade em até 15%.

¹Figura 7 - Produtos Biologicos utilizados



Fonte: Autoria própria, 2025.

A presença de boa nodulação na lavoura (Figura 8), confirma a eficiência da inoculação (FEBRAPDP, 2025) utilizada. Isso indica que o manejo segue as recomendações técnicas atuais, incluindo uso de inoculantes líquidos ou turfosos, aplicação em ambiente sombreado, plantio em até 24h após o tratamento, proteção contra produtos fitotóxicos.

O uso de produtos biológicos segue tendência nacional recente, com crescimento médio anual acima de 40%, segundo a CropLife Brasil (2023). O uso desses produtos

¹ Micron: Implemento agrícola utilizado para a aplicação de produtos líquidos (inoculantes e defensivos) em baixa vazão, diretamente no sulco de plantio, com foco em precisão operacional e eficiência na distribuição de insumos.

contribui para supressão de patógenos de solo, estímulo ao crescimento vegetal, maior exploração radicular, incremento da FBN e da absorção de P e K.

4.2.3 Nodulação da soja

Quanto a adubação, é válido destacar que a soja é exigente em N, necessitando de cerca de 80kg de N para produzir em torno de 1.000kg de grãos (HUNGRIA e MENDES, 2015). A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) é realizada por bactérias diazotróficas que convertem o N₂ atmosférico em formas assimiláveis pelas plantas, destacando o gênero *Bradyrhizobium*, principal simbiote da soja (EMBRAPA, 2025).

A nodulação inicia próximo ao estágio V2 e atinge seu ponto máximo em R2, quando ocorre maior demanda nutricional pela cultura. Nos nódulos formados nas raízes, os rizóbios reduzem o nitrogênio atmosférico à amônia por meio da ação do complexo nitrogenase, suprimindo grande parte do N necessário à soja (FILHO, 2022).

A eficiência dessa simbiose pode variar conforme a qualidade da inoculação, as condições ambientais, o manejo da adubação nitrogenada e a fertilidade do solo, fatores que influenciam diretamente o desempenho da cultura e o aproveitamento do N fixado.

Autores como Sfredo e Oliveira (2020), Embrapa (2022) e outros estudos recentes reforçam que:

- Co + Mo → aumentam a formação de nódulos ativos
- Zn, B e Mn → atuam no florescimento, enchimento e fotossíntese
- Fe → essencial para a formação da leg-hemoglobina no sistema

radicular.

O uso contínuo desses micronutrientes contribui para que a nodulação (Figura 8), seja robusta, com bom sistema radicular e excelente aproveitamento da FBN. Isso reduz drasticamente custos com nitrogênio mineral, que não é recomendado para a soja, conforme a UFSM (2023).

Figura 8 - Nodulação da soja

Fonte: Autoria própria, 2025.

Com base em estudos feitos pela Embrapa Soja (2020), é possível verificar que nos últimos anos, os biológicos se consolidaram como uma das tecnologias mais importantes da sojicultura moderna, oferecendo maior exploração radicular, maior solubilização de P, incremento da FBN, redução da pressão de patógenos de solo, neutralização parcial de efeitos de compactação, aumento da tolerância ao estresse hídrico. Esses benefícios são particularmente relevantes em solos onde a matéria orgânica é naturalmente baixa.

4.2.4 Manejo cultural

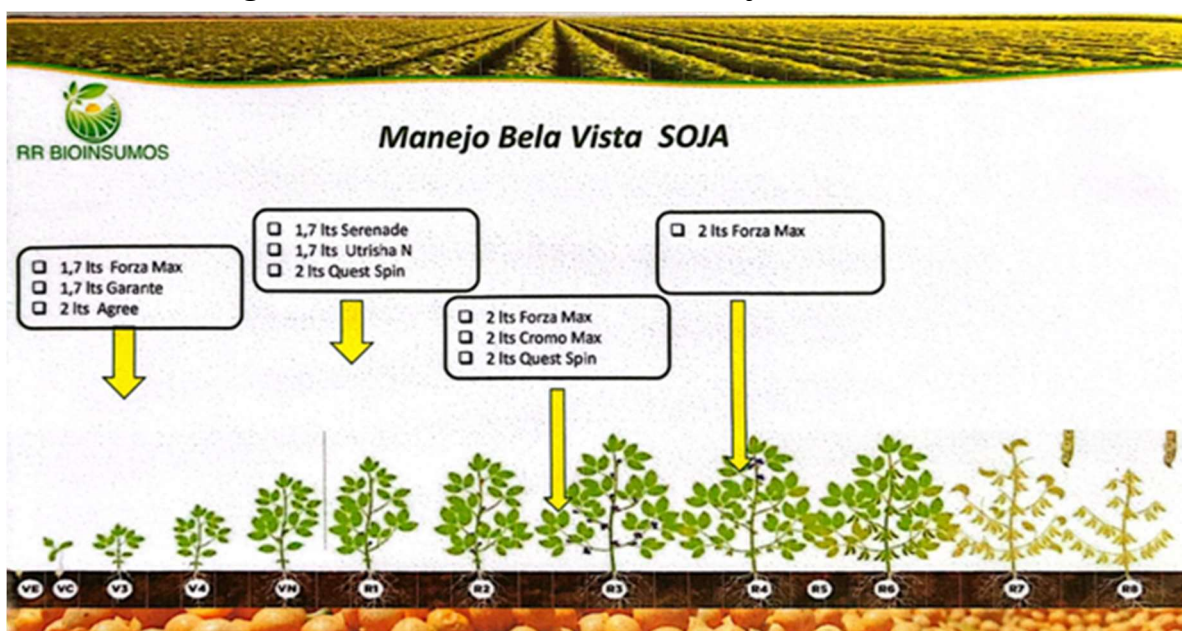
Ao longo do ciclo da soja foi adotado um manejo integrado envolvendo fungicidas, inseticidas, bactericidas, nematicidas e bioestimulantes microbiológicos contendo a bactéria *Methylobacterium symbioticum*, responsável por fixar nitrogênio atmosférico e disponibilizá-lo de forma foliar para a planta. Estudos recentes demonstram que espécies de *Methylobacterium* atuam como promotores de crescimento vegetal por meio da fixação biológica de nitrogênio, produção de fitormônios, solubilização de nutrientes e redução do estresse oxidativo, além de colonizarem naturalmente a filosfera e tecidos internos das plantas (EHINMITAN *et al.*, 2025, p. 2–6) O objetivo é promover

a sanidade da parte aérea e do sistema radicular, preservar o potencial fotossintético e assegurar o pleno funcionamento fisiológico da planta em todas as fases fenológicas.

Os produtos utilizados atuam na inibição do desenvolvimento de fungos, bactérias e nematoides, reduzindo a incidência e a severidade de doenças, preservando a área foliar e protegendo o sistema radicular, o que contribui para a manutenção da eficiência fisiológica da planta. A adoção do manejo preventivo é essencial para evitar perdas de produtividade (EMBRAPA SOJA, 2020), especialmente nos estádios reprodutivos, quando a soja apresenta maior demanda energética e maior sensibilidade a estresses fitossanitários.

A figura 9 apresenta o manejo integrado realizado na propriedade, descrevendo os produtos utilizados ao longo do ciclo da cultura para o controle de pragas e doenças, bem como para a nutrição.

Figura 9 - Produtos utilizados no manejo da lavoura



Fonte: Autoria própria, 2025.

4.3 Tecnologia de Espaçamento

O espaçamento entre linhas e a população de plantas constituem variáveis críticas para a expressão do potencial produtivo da soja. Dados obtidos na Fazenda Bela Vista adotam um espaçamento de 50 cm, com população de 11 plantas por metro linear, como apresentado na Figura 10. Essa densidade resulta em uma população aproximada de 220.000 plantas/ha, dentro da faixa recomendada para cultivares modernas de porte

médio e hábito de crescimento indeterminado, como a cultivar OLIMPO, usada na fazenda.

Figura 10 - Espaçamento entre linhas



Fonte: Autoria própria, 2025.

4.3.1 Espaçamento de 50 cm: aderência às recomendações recentes

A literatura atual (CASTELANI, 2024) confirma que o espaçamento entre 45 e 50 cm apresenta melhor interceptação de luz, maior redução de plantas daninhas, equilíbrio no fechamento das entrelinhas, maior estabilidade produtiva, facilidade operacional para máquinas de médio porte.

Segundo a Embrapa Soja (2023), espaçamentos entre 45 e 50 cm resultam em maior eficiência fisiológica da planta nos estádios críticos (R1–R5), permitindo melhor aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa.

Além disso, estudos recentes (RAMBO *et al.*, 2020; VENTIMIGLIA *et al.*, 2019) indicam que espaçamentos menores que 50 cm aumentam número de legumes por metro

quadrado, uniformidade da lavoura, velocidade de fechamento das entrelinhas, sombreamento precoce do solo A adoção de 50 cm pela Fazenda Bela Vista demonstra alinhamento às práticas produtivas modernas do Cerrado.

4.3.2 Relação entre espaçamento e produtividade da Fazenda Bela Vista

Os talhões com maior produtividade (BV02, BV10 e BV01) apresentaram valores superiores a 86 sc/ha chegando a 88,1 sc/ha (Tabela 1). Esses resultados sugerem excelente uniformidade no estande inicial e boa adaptação da cultivar ao arranjo espacial adotado. A densidade utilizada (10,5 pl/m) também está alinhada às recomendações atuais.

A literatura recente reforça que populações muito elevadas (acima de 300.000 plantas/ha) podem aumentar acamamento, intensificar competição intraespecífica, reduzir diâmetro de caule, favorecer doenças de dossel (EMBRAPA, 2018). Por outro lado, populações muito baixas reduzem o número de vagens e o rendimento por área. Assim, a população utilizada pela fazenda combina eficiência fisiológica com estabilidade produtiva.

A uniformidade no manejo explica, em parte, a menor variação de produtividade entre talhões, cuja oscilação é de apenas ~15 sc/ha, mesmo em áreas com diferentes características físico-químicas.

4.4 Tecnologia de Adubação

A adubação constitui um dos pilares centrais no diagnóstico tecnológico da Fazenda Bela Vista. A análise de campo mostra o uso de adubação mineral, aplicação foliar de micronutrientes e produtos biológicos, compondo um sistema de fertilidade moderno e condizente com o padrão tecnológico dos últimos anos. Essas práticas foram fundamentais para que a propriedade alcançasse uma produtividade média (ALMEIDA, 2025) de 82,83 sc/ha, com destaque para talhões acima de 88 sc/ha, como BV02 e BV10, conforme apresentado anteriormente na Tabela 1.

A análise da fertilidade do solo deve ser baseada em amostragens representativas, capazes de gerar indicadores sobre a disponibilidade de nutrientes, possíveis níveis de salinidade e eventuais efeitos fitotóxicos (ROQUIM, 2020). A partir desses dados, é possível interpretar corretamente as condições do solo e elaborar recomendações adequadas de adubação e de aplicação de corretivos.

A adubação mineral permanece como a base do manejo nutricional da fazenda, com destaque para o uso de:

- Fosfatados,
- Potássicos,
- Micronutrientes no TS (ex.: Co, Mo),
- Misturas prontas NPK para a soja.

Os bags de adubos e o distribuidor de fertilizantes modelo Z 4.0 da MP Agro, registrados na Figura 11, confirmam a adoção de máquinas modernas para aplicação uniforme dos insumos.

Figura 11 - Fertilização



Fonte: Autoria própria, 2025.

4.4.1 Relação da adubação com a Produtividade da Fazenda Bela Vista

A diversidade tecnológica aplicada na adubação é um dos fatores que explicam a boa produtividade encontrada nos talhões (Tabela o 1):

- BV02 – 88,1 sc/ha

- BV10 – 87,7 sc/ha
- BV01 – 86,8 sc/ha
- Média total – 82,83 sc/ha

Esses números estão acima da média estadual estimada pela Conab (2024), que coloca o Tocantins entre 72 e 76 sc/ha, evidenciando que a Bela Vista está em nível tecnológico superior ao esperado.

4.5 Interpretação Da Análise De Solo Da Fazenda Bela Vista

A interpretação da análise de solo (Anexo A – Laudo da análise de solo) realizada em julho de 2025 para a Fazenda Bela Vista revela um perfil químico consistente com áreas produtivas de alta tecnologia no Cerrado. Foram analisadas 36 amostras de solo, abrangendo camadas de 0–20 cm, 20–40 cm e 40–60 cm, conforme detalhado no laudo laboratorial em anexo.

4.5.1 pH e necessidade de calagem

O pH em CaCl_2 variou entre 4,9 e 6,1, indicando (Anexo A):

- faixa adequada para soja, conforme Embrapa (2022), que recomenda pH de 5,2 a 6,0;
- boa disponibilidade de P, S, K e micronutrientes;
- ausência de toxidez por alumínio ($\text{m}\% = 0$ em todas as profundidades).

Portanto, a correção do solo da Bela Vista está equilibrada, justificando os altos rendimentos verificados.

4.5.2 Fósforo (P)

Os teores de P resina apresentaram grande amplitude (Anexo A):

- Baixos a muito baixos: 3,3 a 7 mg/dm^3
- Médios: 10–18 mg/dm^3
- Altos: até 41 mg/dm^3 (BVT5 Cascalho camada 0–20 cm)

Segundo o Manual 5ª Aproximação (EMBRAPA, 2023), solos com teores $< 10 \text{ mg}/\text{dm}^3$ exigem:

- doses elevadas de fósforo na semeadura,
- uso de fontes de alta solubilidade,
- manejo com organominerais para redução de fixação.

4.5.3 Potássio (K)

Os teores de K variaram de 0,04 a 0,30 cmol/dm³, com valores (Anexo A):

- baixos a médios, conforme Embrapa (2022), para solos de textura argilosa;
- maiores nas camadas superficiais (0–20 cm).

Como o potássio é essencial para o enchimento de grãos e tolerância ao estresse hídrico, esses resultados justificam:

- a adubação potássica recorrente,
- o uso de organominerais,
- e a necessidade de adubação complementar em talhões de menor rendimento.

4.5.4 CTC (Capacidade de Troca Catiônica)

A CTC efetiva variou entre 1,64 e 8,65 cmolc/dm³, refletindo (Anexo A):

- solos argilosos e com cascalhos
- com boa capacidade de retenção de nutrientes,
- e alto potencial de resposta a manejo de fertilidade.

Esse perfil é consistente com o teor de argila entre 400 e 625 g/kg, conforme mostrado na análise granulométrica (p. 1–5 do laudo) .

4.5.5 Saturação por Bases (V%)

Os valores variaram de 27% a 89%, indicando (Anexo A):

- excelente saturação,
- condição ideal para cultivo de soja,
- confirmando a boa eficiência da calagem e gessagem.

Valores acima de 60% são recomendados pela Embrapa (2021).

4.5.6 Matéria Orgânica

A matéria orgânica apresentou valores entre 1,5 e 3,9 dag/kg (1,5% a 3,9%), muito bons para solos de Cerrado. Isso reforça (Anexo A):

- boa formação de palhada,
- sistemas conservacionistas,
- uso de organomineral e biológicos.

4.5.7 Integração com a produtividade da fazenda

Os talhões com maior produtividade (BV02 = 88,1 sc/ha; BV10 = 87,7 sc/ha) coincidem com (Tabela 1):

- pH mais equilibrado (5,5–5,8),
- maiores teores de P e K,
- CTC mais elevada (acima de 6 cmolc/dm³),
- boa matéria orgânica.

Esses dados confirmam a relação direta entre fertilidade do solo e desempenho produtivo, reforçando o alto nível tecnológico da Fazenda Bela Vista.

4.6 Fitossanidade

A fitossanidade da soja na Fazenda Bela Vista apresenta elevado nível de manejo, combinando controle químico, biológico e boas práticas culturais. Os registros fotográficos e anotações técnicas apresentados mostram ocorrências de fitotoxidade por óleo mineral, presença de lagartas, manejo de ervas daninhas.

No conjunto, a fazenda demonstra domínio das principais doenças da cultura e adoção de práticas modernas alinhadas às recomendações da Embrapa Soja.

4.6.1 Fitotoxidade

Um dos pontos observados na lavoura, é um caso de fitotoxidade provocada por excesso de óleo mineral aplicado junto ao tratamento de sementes ou misturas foliares, identificado por sintomas de:

- encurtamento de entrenós,
- queima de bordas,
- redução temporária do vigor,
- atraso inicial no desenvolvimento de plântulas.

A fitotoxidade é um problema relativamente comum nas lavouras, especialmente em:

- aplicações mal calibradas,
- misturas com incompatibilidade química,
- condições de alta temperatura e baixa umidade.

Segundo Sfredo & Oliveira (2020), a fitotoxidade pode reduzir o estande e comprometer o vigor inicial, mas tende a não impactar produtividades quando as plantas

conseguem recuperação, o que foi o caso na Bela Vista, conforme verificável na Figura 12.

Figura 12 - Fitotoxidades por excesso de óleo mineral



Fonte: Autoria própria, 2025

4.6.2 Principais pragas identificadas

O registro fotográfico (Figura 13) confirma a presença de lagartas na lavoura, provavelmente pertencentes ao complexo de:

- *Spodoptera eridania*,
- *Spodoptera frugiperda*, menos comum, mas relevante na região Norte.

Figura 13 - Pragas encontradas na lavoura

Fonte: Autoria própria, 2025.

Essas pragas são citadas como as principais ameaças à sojicultura do Cerrado nos últimos cinco anos, especialmente em áreas quentes e com alta pressão de insetos (FARIAS *et al.*, 2021; EMBRAPA, 2023).

A fazenda demonstra controle eficiente, com danos não comprometedores da produtividade final. Isso indica:

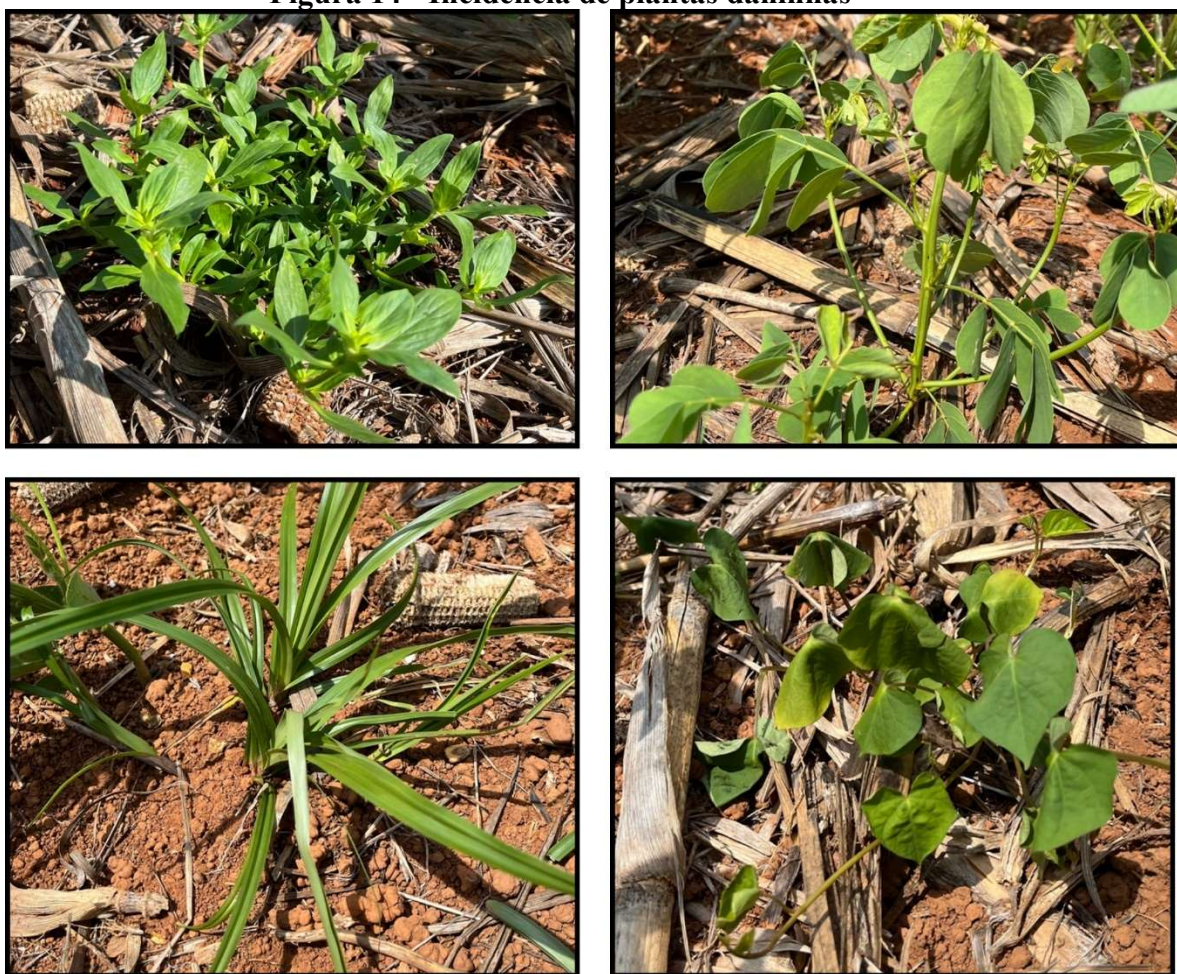
- monitoramento frequente,
- intervenções químicas seletivas,
- uso de inseticidas registrados (metomil),
- e integração com produtos biológicos.

Conforme recomenda Embrapa (2024), o manejo correto de lagartas reduz perdas de até 20 sc/ha, comuns em áreas com infestações severas.

4.7 Plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas na Fazenda Bela Vista apresenta alto nível tecnológico e combina estratégias químicas, mecânicas, culturais e biológicas. As espécies encontradas na área (Figura 14), são típica do Cerrado Tocantinense e coincide com levantamentos recentes realizados pela Embrapa Soja (2023), que apontam *Ipomoea* spp. (corda-de-viola), *Euphorbia heterophylla* (leiteiro/erva quente), *Senna obtusifolia* (fedegoso), *Cyperus rotundus* (tiririca), como as plantas de maior incidência em sistemas de soja.

Figura 14 - Incidencia de plantas daninhas



Fonte: Autoria própria, 2025.

4.7.1 Controle Químico

A fazenda utiliza controle químico como principal ferramenta de manejo, com aplicação em pré-plantio, em dessecação, em pós-emergência, sob palhada, e com herbicidas seletivos conforme a pressão de infestação.

Isso está de acordo com a recomendação técnica da Embrapa (2025), que define que o manejo eficaz depende de dessecação bem feita (7–15 dias antes da semeadura) com misturas contendo glifosato, 2,4-D ou inibidores de PPO, dependendo da infestação.

Herbicidas residuais, são fundamentais para ambientes com palhada média e solos argilosos, como os da Bela Vista. A adoção de residuais tem relação direta com produtividade, visto que talhões mais produtivos (BV02 – 88,1 sc/ha; BV10 – 87,7 sc/ha) mantiveram palhada eficiente e boa supressão de plantas daninhas .

O uso de herbicidas desempenha papel central no manejo moderno de plantas daninhas, oferecendo eficiência e rapidez no controle. Entretanto, a adoção isolada desse método pode aumentar riscos de resistência e reduzir a sustentabilidade do sistema produtivo. Por essa razão, a literatura recomenda que o controle químico seja sempre integrado a outras estratégias, como o uso de palhada, rotação de culturas e monitoramento constante, garantindo maior eficiência e menor pressão de seleção sobre as populações infestantes (FERREIRA, 2020).

Na sojicultura, o uso de herbicidas é amplamente empregado como principal estratégia de controle de plantas daninhas, podendo ser realizado tanto por via aérea quanto terrestre. Em áreas extensas, essa prática favorece uma distribuição mais uniforme do produto, aumentando a eficiência do manejo. No contexto do plantio direto sobre a palhada, o controle químico é ainda mais relevante, uma vez que as capinas manuais não se ajustam às características tecnológicas desse sistema produtivo.

4.7.2 Relação entre fitossanidade e produtividade

A análise dos dados mostra claramente que (Tabela 1; Anexo A):

- talhões com melhor sanidade (BV02, BV10) possuem produtividade superior a 87 sc/ha, áreas com estresse inicial (fitotoxidade observada) mantiveram produtividade satisfatória, indicando manejo eficiente,
- a presença de biológicos melhorou a tolerância a estresses e recuperações pós-fito,
- solos com pH equilibrado (5,5–6,0) favorecem plantas menos suscetíveis a doenças, pois o ambiente radicular estava em condições ideais de absorção de nutrientes ($V\% > 60\%$).

Os resultados obtidos vão de acordo com o estudo feito pela Embrapa Soja (2020), onde é relato que bons resultados dos atributos químicos do solo aliados a um bom manejo, resulta em um bom desempenho da lavoura.

4.8 Colheita e uso de maquinário

O conjunto de máquinas e operações de colheita da Fazenda Bela Vista demonstra alto nível tecnológico e forte aderência às práticas modernas de mecanização agrícola no Cerrado. Os registros do arquivo técnico mostram o uso de colheitadeiras modernas, tratores, plantadeiras atualizadas e, especialmente, o distribuidor de fertilizantes MP Agro Z-4.0, evidenciando investimento em precisão operacional (Figura 15).

Figura 15 - Maquinários



Fonte: Autoria própria, 2025.

Essa estrutura de mecanização contribui diretamente para a produtividade média de 82,83 sc/ha, considerando que perdas na colheita podem variar entre 2 e 5 sc/ha em sistemas menos tecnificados (EMBRAPA, 2023).

Segundo a literatura recente (SILVA *et al.*, 2021; CNH/Case IH, 2023), a adoção de maquinário moderno:

- reduz perdas na colheita;
- melhora distribuição de sementes e fertilizantes;

- aumenta eficiência operacional;
- diminui falhas de estande;
- reduz sobreposição e falhas de aplicação (no caso de pulverização e adubação).

4.8.1 Colheita: eficiência e perdas

A colheita mecanizada é o momento mais crítico do ciclo produtivo, podendo determinar perdas que variam de:

- 1,5 a 3,5 sc/ha em sistemas altamente tecnificados;
- 4 a 8 sc/ha em propriedades de média tecnologia;
- acima de 10 sc/ha em operações sem regulagem adequada.

Com base nos dados de produtividade dos talhões da Bela Vista, observa-se que há grande consistência entre áreas:

- BV02: 88,1 sc/ha
- BV10: 87,7 sc/ha
- BV01: 86,8 sc/ha
- BV03: 86,8 sc/ha
- Média geral: 82,83 sc/ha

Essa uniformidade indica:

- excelente regulagem das colheitadeiras,
- velocidade operacional adequada,
- boa manutenção das máquinas,
- menor ocorrência de perdas por plataforma, rotor ou peneiras.

A baixa mecanização contribui para aumentar a variabilidade produtiva entre talhões porque compromete a regularidade das operações agrícolas, especialmente a semeadura, que é determinante para o estabelecimento do estande inicial da cultura. No estudo de Rodrigues e Souza (2024), observou-se que propriedades com menor nível tecnológico, que dependem de ajustes manuais, máquinas antigas ou operação sem precisão, tendem a apresentar maior heterogeneidade na semeadura e, consequentemente, resultados desiguais de produtividade entre talhões. Tal qual, não visto na propriedade em estudo.

4.8.2 Influência das Condições de Solo na Operação de Colheita

A análise de solo 2025 aponta solos argilosos na maior parte da área, com teores de argila entre 400 a 625 g/kg (Anexo A).

Solos argilosos apresentam:

- boa sustentação mecânica para máquinas de grande porte,
- menor compactação quando operados com umidade ideal,
- maior estabilidade para operação de colheita.

A boa capacidade de troca catiônica (CTC 6–9 cmolc/dm³ nos melhores pontos, conforme Anexo A) também indica solos estruturados, com bom teor de matéria orgânica (2–3%), favorecendo a trafegabilidade. Segundo Donagemma *et al.* (2017), solos com maior teor de matéria orgânica tendem a apresentar CTC mais elevada devido à grande quantidade de cargas negativas presentes nos colóides orgânicos, o que melhora a estabilidade dos agregados, a infiltração e a resistência à compactação. Isso reduz problemas como atolamentos, sulcos profundos, deslizamentos e compactação severa pós-colheita.

4.8.3 Tecnologias de Agricultura de Precisão

O uso de maquinário moderno, indica adoção de tecnologias de precisão, como taxa variável de fertilizantes, controle de seções, mapeamento de produtividade, direcionamento por GPS.

Segundo a literatura recente (JOHN DEERE, 2022), o uso de agricultura de precisão promove:

- redução de até 25% na sobreposição de insumos,
- economia de 15 a 20% em fertilizantes,
- aumento de 5 a 12% na produtividade,
- maior sustentabilidade do sistema.

Os excelentes desempenhos observados nos talhões BV02 e BV10 (Tabela 1) podem ser explicados pelo uso mais preciso das práticas de fertilidade e das operações de colheita nessas áreas. O boletim técnico da Embrapa destaca que a variabilidade natural dos solos tropicais exige manejo diferenciado por zonas de produção, e que a adoção de geotecnologias, mapas de produtividade e ajustes finos nas operações agrícolas permite identificar e corrigir pontos limitantes dentro de cada talhão, resultando em ganhos expressivos de produtividade (RONQUIM, 2020). Segundo o autor, a integração de informações químicas, físicas e biológicas do solo com dados operacionais melhora a eficiência da adubação e reduz perdas associadas ao manejo homogêneo em áreas heterogêneas.

Dessa forma, é plausível inferir que a maior regularidade produtiva dos talhões de melhor desempenho na Fazenda Bela Vista esteja associada à maior precisão na condução das práticas de fertilidade e na execução das operações mecanizadas.

4.9 Armazenamento e pós-colheita

O armazenamento de grãos na Fazenda Bela Vista (Figura 16) apresenta características modernas e alinhadas aos padrões técnicos atuais da pós-colheita brasileira. O registro fotográfico indica a presença de estrutura AGI de armazenamento, reconhecida internacionalmente por oferecer sistemas de secagem, aeração, movimentação, controle de temperatura, preservação da qualidade do grão.

Esse tipo de estrutura representa avanço significativo em relação a propriedades que dependem exclusivamente de armazéns terceiros, garantindo menor perda pós-colheita e maior autonomia operacional.

A estrutura de armazenamento observada na Fazenda Bela Vista está em plena conformidade com as recomendações técnicas da Embrapa para conservação da qualidade dos grãos de soja. A Circular Técnica 196 enfatiza que unidades armazenadoras equipadas com secagem, sistemas de aeração, controle de temperatura e manejo adequado das variáveis físico-químicas são essenciais para preservar a integridade do grão e reduzir perdas pós-colheita (KRZYZANOWSKI *et al.*, 2023). Portanto, o fato de a propriedade utilizar equipamentos modernos, semelhantes aos silos metálicos e sistemas de controle listados na publicação, sustenta a ideia de que essa infraestrutura representa um avanço significativo, reduzindo perdas, garantindo qualidade superior e aumentando a autonomia operacional do produtor.

Figura 16 - Estrutura de armazenamento de grãos

Fonte: Autoria própria, 2025

4.9.1 Capacidade de armazenamento e relação com a produção da fazenda

Com base na produtividade total registrada a demanda por espaço de armazenamento local é muita alta. A presença do sistema AGI se torna essencial para receber a produção imediatamente após a colheita, evitar filas e atrasos logísticos, reduzir perdas por deterioração, manter umidade entre 12% e 14% (faixa ideal de armazenamento), preservar a integridade física e sanitária dos grãos.

Conforme a Conab (2023) e a Embrapa (2022), propriedades que não possuem armazenagem própria sofrem perdas entre 5% e 10% por atraso na descarga de caminhões, acúmulo na lavoura, fermentação dos grãos úmidos, aumento da incidência de fungos. A presença do sistema AGI, mitiga esses riscos quase totalmente.

4.9.2 Controle de Qualidade Pós-Colheita

Os sistemas de armazenamento AGI normalmente incluem:

- Termometria: sensores de temperatura distribuídos no silo;
- Ventilação e aeração ativa: essencial para evitar focos de aquecimento;
- Controle automatizado: acionamento inteligente dos ventiladores;
- Sistemas de secagem por fluxo contínuo (quando instalados).

Essas tecnologias mantêm os grãos dentro dos parâmetros exigidos pela classificação oficial:

- Umidade: $\leq 14\%$
- Impurezas: $< 1\%$
- Grãos ardidos/avariados: $\leq 8\%$
- Grãos quebrados: $\leq 30\%$

Segundo Silva *et al.* (2021), armazenagem com termometria reduz perdas qualitativas em até 56% quando comparada a silos convencionais sem monitoramento. Assim, a Fazenda Bela Vista apresenta condições excelentes para garantir a qualidade dos grãos durante o tempo de estocagem.

4.9.3 Redução de Perdas Pós-Colheita

As perdas pós-colheita são um dos maiores gargalos da sojicultura brasileira. A literatura recente (CONAB, 2024; EMBRAPA, 2023) aponta que:

- Perdas mecânicas (colheita): 1–5%
- Perdas logísticas (transporte e fila): 1–4%
- Perdas por armazenamento inadequado: 4–10%

Com a estrutura AGI, a Fazenda Bela Vista reduz drasticamente perdas logísticas e de armazenamento, permanecendo apenas com pequenas perdas mecânicas inerentes à operação de colheita. Isso contribui diretamente para manter o rendimento médio acima da média do estado, preservar a margem econômica da operação, garantir a qualidade dos grãos para venda ou consumo interno.

4.10 Gestão e tecnologia da informação na fazenda

A gestão da Fazenda Bela Vista demonstra forte integração entre dados agronômicos, monitoramento técnico, máquinas de precisão e processos organizados, evidenciando um sistema produtivo alinhado às tendências de Agricultura 4.0. A presença de análises de solo detalhadas, registros de campo completos, controle de talhões e uso

de maquinário moderno aponta para um ambiente de tomada de decisão técnica e baseada em informações atualizadas.

Esse conjunto coloca a fazenda dentro do nível tecnológico alto, segundo a classificação EMBRAPA (2024), que define propriedades tecnificadas como aquelas que:

- coletam e organizam dados,
- utilizam máquinas com precisão,
- planejam o manejo com base em indicadores,
- realizam monitoramento contínuo,
- integram informações de solo, clima, pragas e produtividade.

4.10.1 Monitoramento Agrônômico e Coleta de Dados

A presença dos seguintes elementos demonstra alta capacidade de gestão:

- **Análise de solo completa (36 amostras)**

O laudo de 2025 (Anexo A) apresenta dados de profundidade 0–60 cm, incluindo pH, P, K, Ca, Mg, S, micronutrientes, MO, CTC e saturação por bases de todos os talhões. Esse tipo de monitoramento permite diagnose real da fertilidade, sustenta recomendações de adubação, reduz erros na aplicação de insumos, garante estabilidade produtiva.

- **Mapeamento de talhões e produtividade**

A presença de mapeamento e estruturação detalhada dos talhões (BVT1 → BVT10), com produtividades registradas de forma individualizada, variando entre 73,8 e 88,1 sc/há, tabela 1). Demonstra gestão orientada por desempenho, identificação de áreas críticas, comparações anuais e evolução da performance.

4.10.2 Tecnologia de Máquinas e Agricultura de Precisão

A presença de:

- distribuidor MP Agro Z 4.0 (precisão na aplicação)
- plantadeiras modernas,
- pulverizadores eficientes,
- colheitadeiras de grande porte,
- sistema AGI de pós-colheita,

Indicam forte integração de tecnologia mecanizada à gestão rural.

Segundo CNA/SENAR (2023), a adoção de máquinas modernas é o primeiro passo para a agricultura digital, manejo por zonas, recomendações precisas, redução de

custos operacionais. Mesmo que a fazenda não apresente explicitamente softwares, o uso de maquinário moderno já pressupõe sensores embarcados e controle operacional digital.

4.10.3 Gestão Climática e Tomada de Decisão

Embora não haja arquivos climáticos anexados, o conjunto técnico do manejo indica que a fazenda:

- segue janelas ideais de plantio,
- realiza dessecação no tempo correto,
- responde às condições de fitossanidade,
- ajusta a colheita para reduzir perdas.

Isso está alinhado com relatórios recentes da Embrapa (2023), que apontam que propriedades que integram clima e operação têm melhor sincronização de manejo, redução de estresse hídrico e maior aproveitamento fisiológico da cultura.

4.10.4 Gestão Econômica

Embora o arquivo não apresente planilhas financeiras, a análise do conjunto de práticas sugere que a fazenda:

- investe em máquinas novas,
- realiza análises de solo anuais ou bienais,
- compra sementes certificadas (cultivar OLIMPO),
- utiliza fertilizantes organominerais e biológicos,
- mantém estrutura própria de armazenamento.

Os investimentos identificados na Fazenda Bela Vista, aquisição de máquinas novas, realização periódica de análises de solo, uso de sementes certificadas, adoção de fertilizantes organominerais e biológicos e manutenção de estrutura própria de armazenamento, são coerentes com o padrão de propriedades que adotam gestão econômica eficiente. Segundo Artuzo *et al.* (2018), o controle rigoroso dos custos de produção e o planejamento financeiro são essenciais para garantir que investimentos em tecnologia realmente resultem em aumento de produtividade e receita, uma vez que a lucratividade agrícola depende da adequada alocação dos recursos e do acompanhamento dos indicadores de custos e receitas.

Complementarmente, o material técnico de gestão financeira rural destaca que propriedades tecnificadas apresentam maior capacidade de reinvestimento quando realizam gestão estruturada de fluxo de caixa, controle de despesas e análise de

viabilidade das operações (SEBRAE, 2022) . No mesmo sentido, a Aegro, plataforma especializada em gestão do agronegócio, reforça que a gestão financeira é condição indispensável para sustentar práticas como compra de insumos de maior qualidade, renovação de máquinas e modernização da pós-colheita, pois tais decisões dependem diretamente da análise de indicadores como custo operacional, margem e retorno sobre investimento (AEGRO, 2025).

Assim, a estabilidade econômica observada na propriedade está alinhada ao que a literatura descreve como fundamental para unidades agrícolas modernas: gestão financeira ativa, uso racional de recursos e reinvestimento contínuo guiado por análises econômicas sólidas.

4.11 Recomendações Técnicas para Aprimoramento do Sistema Produtivo

Apesar do excelente desempenho observado na Fazenda Bela Vista, cuja produtividade média atingiu 82,83 sc/ha com talhões que ultrapassaram 88 sc/ha (Tabela 1), a análise conjunta do solo, do manejo agrônomo e das operações mecanizadas permite identificar pontos estratégicos de melhoria. As recomendações a seguir têm o objetivo de potencializar ainda mais a eficiência produtiva da área, consolidando práticas já adotadas e corrigindo aspectos pontuais que podem limitar o avanço produtivo em determinados talhões.

As análises químicas de solo indicam que, embora os valores de pH, saturação por bases e matéria orgânica estejam dentro da faixa recomendada para a cultura da soja, alguns pontos apresentam baixos teores de cálcio, magnésio e fósforo, além de CTC moderada, especialmente nas camadas superficiais de alguns talhões . Esses fatores coincidem com áreas que apresentaram produtividade inferior, como BV07 (73,8 sc/ha) e BV09 (74,0 sc/ha), como apresenta a Tabela 1. Assim, é recomendável a aplicação de calcário nessas áreas específicas, visando elevar o pH para a faixa ideal (5,5 a 6,2), e aumentar a disponibilidade de nutrientes, favorecendo maior desenvolvimento radicular, melhor eficiência na Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) e resposta superior aos fertilizantes.

No que se refere ao manejo agrônomo, a fazenda já utiliza palhada e produtos biológicos de maneira eficiente, mas pode aprimorar ainda mais a proteção física, biológica e química do solo mediante a introdução da braquiária como cultura de cobertura. O uso de *Urochloa* spp. em sistemas de rotação ou consórcio contribui para o aumento da matéria orgânica, maior retenção hídrica, redução da compactação

superficial, supressão de plantas daninhas e melhoria da ciclagem de nutrientes, aspectos altamente benéficos para os solos de textura média/argilosa da região, naturalmente suscetíveis à perda de nutrientes e à oscilação hídrica. Essa estratégia se mostra particularmente relevante em áreas onde a análise de solo revelou valores mais baixos de carbono orgânico e saturação por bases, reforçando a necessidade de fortalecimento da estrutura física do perfil.

A mecanização da propriedade é moderna e eficiente, evidenciada pelo uso de maquinário recente, distribuidores de fertilizantes de alta precisão e colheitadeiras de grande porte. Entretanto, é necessária atenção contínua à regulagem precisa de máquinas, especialmente plantadeiras, pulverizadores e colheitadeiras. Pequenas variações na abertura de sulcos, distribuição de sementes, volume de calda ou ajustes de plataforma podem gerar perdas significativas de estande, sobreposição de aplicações ou perdas de grãos, fatores que influenciam diretamente o desempenho final de cada talhão. Além disso, a implantação de um cronograma rigoroso de manutenção preventiva mensal é fundamental para evitar falhas mecânicas durante períodos críticos do ciclo produtivo, reduzindo custos não planejados e garantindo maior vida útil aos equipamentos.

Por fim, é recomendado fortalecer programas contínuos de treinamento e capacitação dos operadores, visto que a eficiência da mecanização depende diretamente da habilidade técnica dos profissionais envolvidos. Capacitações em agricultura de precisão, regulagem de máquinas, leitura de mapas, segurança operacional e boas práticas agrícolas podem reduzir de forma significativa perdas operacionais e garantir uso mais eficiente das tecnologias disponíveis.

Em conjunto, essas recomendações, correção localizada de solo, adoção da braquiária como cobertura, regulagem fina de maquinário, manutenção preventiva e capacitação de operadores, têm potencial para elevar ainda mais a eficiência sistêmica da Fazenda Bela Vista. Considerando que a propriedade já se encontra acima da média estadual estimada pela CONAB (72–76 sc/ha), a implementação dessas ações poderá contribuir para maior estabilidade de produtividade entre talhões e para o avanço da fazenda rumo a patamares ainda mais elevados de desempenho agrônômico e sustentabilidade.

5 CONCLUSÃO

A realização do diagnóstico tecnológico na Fazenda Bela Vista permitiu compreender, de forma detalhada, os fatores que influenciam a produtividade da soja em diferentes talhões da propriedade. A análise integrada do solo, das práticas de manejo, do nível de mecanização e da organização dos processos produtivos demonstrou que a fazenda opera com elevado padrão tecnológico, refletido na produtividade média superior à observada no estado do Tocantins. A adoção do Sistema Plantio Direto, o uso de sementes certificadas, a correta inoculação, a aplicação de produtos biológicos, a manutenção de palhada, o emprego de fertilizantes adequados e a presença de estrutura moderna de armazenamento contribuíram diretamente para os altos rendimentos alcançados.

Os resultados também evidenciaram que a variabilidade produtiva entre talhões está associada, principalmente, a diferenças nos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, bem como à qualidade da cobertura do solo e às condições físico-químicas das camadas superficiais. A presença de talhões com produtividade inferior reforça a importância de estratégias de correção localizada, como aplicação direcionada de calcário, ajustes na adubação fosfatada e potássica, uso de braquiária como cultura de cobertura e melhoria contínua na estrutura física do solo.

No âmbito operacional, a propriedade demonstra excelente desempenho mecanizado, mas a manutenção preventiva sistemática e a capacitação contínua dos operadores, é necessária, considerando que pequenas variações na regulação de máquinas podem impactar significativamente o estabelecimento da lavoura e as perdas de colheita.

Portanto, o diagnóstico tecnológico é uma ferramenta estratégica para a sojicultura no Cerrado, permitindo identificar limitações específicas e orientar ações de manejo mais eficientes. A implementação das recomendações propostas tende a aumentar a estabilidade produtiva, reduzir custos operacionais e fortalecer a sustentabilidade do sistema agrícola, consolidando ainda mais o potencial produtivo da Fazenda Bela Vista nas próximas safras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEGRO. Gestão financeira na agricultura: como controlar custos e aumentar resultados. 2025. Disponível em: <https://aegro.com.br/blog/gestao-financeira/>. Acesso em: nov. 2025.

ALMEIDA, E. Cultivo da soja: Práticas, calendário e manejo eficiente. Agropec Futuro. 2025. Disponível em: <https://share.google/CIEbjgDyl0nJNhe2D>. Acesso: nov. 2025.

ANDRADE, H. A. F. de. Correção do solo e culturas de cobertura no Cerrado do Maranhão. 2025. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2025. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1174204/1/CorrecaoSoloCulturasCoberturaTeseHosanaAndrade2025.pdf>. Acesso em: set. 2025.

ARTUZO, F. D. *et al.* Gestão de custos na produção de milho e soja. Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v. 20, n. 2, p. 273–294, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA – Aprosoja Brasil. A soja. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: nov. 2025.

BAYER. Como escolher a melhor semente para sua lavoura. Impulso Bayer, 2023. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos-impulso-bayer/como-escolher-a-melhor-semente-para-sua-lavoura>. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.711, de 5 de agosto de 2003. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.71. Acesso em: nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Sistema Nacional de Sementes e Mudanças – RENASEM. Atualização 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: nov. 2025.

CARVALHO, D. G. de. Desafios da cadeia produtiva da soja no Brasil: uma análise sistêmica. 2021. 163 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Acesso em: nov. 2025.

CASE IH. Sustentabilidade no agronegócio: práticas, desafios e inovações. 2023. Disponível em: <https://blog.caseih.com.br/sustentabilidade-no-agronegocio-2/>. Acesso em: nov. 2025.

CASTELANI, D. M. Espaçamento entrelinhas sobre a população de plantas daninhas no cultivo de soja e milho safrinha, com e sem palhada. 2024. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação Lato Sensu em Fitossanidade) – Universidade Federal do Paraná, Dourados, 2024.

CNA/SENAR. Diagnóstico da Agricultura Digital no Brasil: desafios e oportunidades. 2023. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br>. Acesso em: nov. 2025.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Tecnologia é apontada como solução para produtividade da soja. 2 ago. 2017. Atualizado em: 8 jan. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/conab/pt-br/assuntos/noticias/tecnologia-e-apontada-como-solucao-para-produtividade-da-soja>. Acesso em: set. 2025.

CONAB. Perdas pós-colheita e qualidade do armazenamento de grãos no Brasil – Relatório Técnico 2023/2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: nov. 2025.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017.

EHINMITAN, E. *et al.* *Methylobacterium spp. in sustainable agriculture: strategies for plant stress management and growth promotion*. The Microbe, v. 8, p. 1–12, 2025. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2950194625002444?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=9a73c1c16970ad78. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas na Soja 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. Expansão da agricultura no estado do Tocantins. [S.l.]: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1142986/1/Cap2.pdf>. Acesso em: set. 2025.

EMBRAPA. Gestão por indicadores na agricultura moderna. Circular técnica, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. História da soja. Embrapa Soja, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: set. 2025.
EMBRAPA. Manejo do Solo no Cerrado: Recomendações Gerais. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. Sistema de manejo do solo – Plantio direto. Agência de Informação Tecnológica – Cultivos de Milho. Brasília: Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/producao/manejo-do-solo-e-adubacao/sistema-de-manejo-do-solo/plantio-direto>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA. Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA AGROMETEOROLOGIA. Monitoramento climático para culturas anuais no Cerrado. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrometeorologia>. Acesso em: nov. 2025.

EMBRAPA DIGITAL. Agricultura de precisão: fundamentos, tecnologias e aplicações. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa>. Acesso em: nov. 2025.

FARIAS, J. R. *et al.* Pragas da soja e seu manejo integrado. Embrapa Soja Circular Técnica, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: nov. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. The soybean: botany, production and uses. Rome: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb4479en/cb4479en.pdf>. Acesso em: set. 2025.

FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação. Quando avaliar a nodulação da soja. Disponível em: <https://plantiodireto.org.br/quando-avaliar-a-nodulacao-da-soja>. Acesso em: nov. 2025.

FILHO, J. E. R. V. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diagnóstico e desafios da agricultura brasileira. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019. Disponível em: <https://dea.ufc.br/wp-content/uploads/2019/11/diagnostico-e-desafios-da-agricultura-brasileira.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

FILHO, M. M. Diagnóstico tecnológico de unidades de produção agrícola de soja (*Glycine max* L.) no Médio Tocantins. 2025. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas, 2025.

FONTANA, A. EMBRAPA SOLOS. Solos laterizados e latolizados do Planalto do Tocantins. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1164557/1/Solos-do-planalto-do-Tocantins-2024.pdf>. Acesso em: nov. 2025.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J.; OLIVEIRA, A. B.; DALL’AGNOL, A. Evolução. In: Socioeconomia – Soja – Pré-produção. Embrapa Agência de Informação Tecnológica, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/socioeconomia/evolucao>. Acesso em: set. 2025.

KRZYŻANOWSKI, F. C. *et al.* Armazenamento do grão de soja com qualidade: princípios importantes a serem observados. Londrina: Embrapa Soja, 2023. (Circular Técnica, 196).

LOAYZA, A. C. V. *et al.* Evolução dos indicadores da produção de soja no Matopiba. Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, Curitiba, v. 21, n. 12, p. 27824–27845, 2023.

MACHADO, M. V. M. *et al.* Influência do relevo na produtividade e determinação de densidade de semeadura para soja. In: CONTECC’2016, Foz do Iguaçu: CONFEA/CREA, 2016.

MAPA. Ministério da Agricultura e Pecuária. Panorama da soja no Brasil. Brasília, 2023. MONSANTO. A história da cultura da soja. [Imagem]. s.d. Disponível em: <https://share.google/images/e8G3jyBtMxMhLGkeI>. Acesso em: nov. 2025.

OLIVEIRA, L. B. T. de *et al.* Spatial variability of yield response and morphological Marandu grass depending on the chemical and topographical. *Rev. bras. saúde prod. anim.*, Salvador, v. 16, n. 4, p. 772–783, dez. 2015.

PEREIRA, B. M. Evolução técnico-econômica da produção de soja no Brasil e na Argentina: uma análise histórico-comparada. 2021. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

PEREIRA, E. B. S. Efeito da adubação e da correção do solo de cerrado nos atributos químicos e físicos em área experimental de forragicultura do IFTO – *Campus* Palmas. 2025. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas, 2025.

RODRIGUES, G. H. O.; SOUZA, J. S. C. Avaliação da qualidade da semeadura da soja. 2024. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. 1. ed. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. 2. ed. Campinas: Embrapa Territorial, 2020.

SANTOS, B. C. A importância da gestão financeira para o pequeno produtor agrícola. 2022. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – CEULP/ULBRA, Palmas, 2022.

SANTOS, J. C. F. dos. EMBRAPA. Rotação de culturas. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/manejo-do-solo/rotacao-de-culturas>. Acesso em: nov. 2025.

SDEDIYAMA, T. Tecnologia da produção de sementes de soja. Londrina: Mecnas, 2015.

SFREDO, G. J.; OLIVEIRA, M. C. N. Soja: nutrição e adubação. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja>. Acesso em: nov. 2025.

SILVA, B. E. da. Fertilização, micro-organismos e biodiversidade: os estudos edáficos no desenvolvimento agrônômico do Cerrado. 2022. 77 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2022.

SILVA, D. R. *et al.* Termometria e qualidade de grãos armazenados: avanços e recomendações recentes. *Journal of Stored Products Research*, 2021.

SILVA, M. A. *et al.* Sistema de plantio direto e rotação de culturas no Cerrado. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, 2022.

SILVA, R. P.; CARVALHO, F. M.; TAVARES, D. S. Colheita mecanizada de soja e perdas operacionais. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 29, n. 4, 2021.

TERRACAP. Estudo de Impacto Ambiental – EIA do Setor Meireles, Brasília, 2024. Disponível em: <https://share.google/PWY0eVgsZpFmPBIX8>. Acesso em: nov. de 2025.

TOCANTINS. Secretaria de Comunicação. Fatores climáticos e localização geográfica fazem do Tocantins uma das últimas fronteiras agrícolas do mundo. Disponível em: <https://www.to.gov.br/secom/noticias/fatores-climaticos-e-localizacao-geografica-fazem-do-tocantins-uma-das-ultimas-fronteiras-agricolas-do-mundo/718cut84013e>.

Acesso em:

nov. 2025.

TOCANTINS. Secretaria de Comunicação. Tocantins inicia safra 2025/26 com boas perspectivas e avanços tecnológicos no campo. 2024. Disponível em:

<https://www.to.gov.br/secom/noticias/tocantins-inicia-safra-202526-com-boas-perspectivas-e-avancos-tecnologicos-no-campo/14pk33nipgh8>. Acesso em: nov. 2025.

ANEXO A - Laudo de Análise Solo



Laboratório de Análises Agrícolas do Tocantins Ltda.
 Rua Engenheiro Bernardo Sayão, nº 1.271 (Ant. Rua 09)
 CNPJ: 17.985.831/0001-62
 CEP: 77.405-150 - Centro
 Gurupi - TO
 Fone: (63) 3313-2683

Laudo de Análise Solo

Laudo Nº 5560/2025

Solicitante: [REDACTED]

Proprietário: [REDACTED]

Propriedade: FAZ. BELA VISTA

Cultura:

Entrada: 28/07/2025

Gerado: 29/07/2025

Município: Aparecida do Rio Negro - TO

Convênio: [REDACTED]



Número Sellar	48994	48995	48996	48997	48998	48999	49000	49001
Identificação da Amostra	BVT1 00-20	BVT1 20-40	BVT1 40-60	BVT2 00-20	BVT2 20-40	BVT2 40-60	BVT3 00-20	BVT3 20-40
Determinação	Unidade							
pH Água	-							
pH CaCl ₂	-							
P Total ²	%							
P meh	mg.dm ⁻³	16,7	2,4	1,9				
P resina		10,2	3,2	3,6	18,7	3,5	4,7	27,5
S-SO ₄ ⁴		24	25	26	31	34	34	26
K ⁴		32	23	17	50	32	24	53
K	cmol .dm ⁻³	0,08	0,06	0,04	0,13	0,08	0,06	0,14
Ca		2,5	0,9	1,3	3,4	1,0	1,3	4,1
Mg		0,5	0,2	0,3	0,8	0,3	0,3	1,2
Al	dag.kg ⁻¹	0,00	0,60	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00
H+Al		1,80	3,10	2,00	1,80	2,80	2,00	1,80
M.O.		3,4	2,9	2,6	3,8	2,7	2,1	3,4
C.O.	mg.dm ⁻³	2,0	1,7	1,5	2,2	1,6	1,2	2,0
B		0,18	0,15	0,18	0,30	0,14	0,12	0,13
Cu		0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,9
Fe	cmol .dm ⁻³	26	14	7	18	9	6	18
Mn		0,6	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,6
Zn		1,2	0,5	0,9	0,8	0,3	1,0	0,5
SB	%	3,08	1,16	1,64	4,33	1,38	1,66	5,44
CTC ^T		4,88	4,26	3,64	6,13	4,18	3,66	7,24
CTC ^t		3,08	1,76	1,64	4,33	1,68	1,66	5,44
V ^t	g.kg ⁻¹	63	27	45	71	33	45	75
m		0	34	0	0	18	0	0
Ca/T		51	21	36	56	24	36	57
Mg/T	%	10	5	8	13	7	8	17
K/T		2	1	1	2	2	2	2
Ca/Mg		5,0	4,5	4,3	4,2	3,3	4,3	3,4
Ca/K		31,2	15,0	32,5	26,2	12,5	21,7	29,3
Mg/K		6,2	3,3	7,5	6,2	3,8	5,0	8,6
Análise Granulométrica								
Argila	g.kg ⁻¹	600	625	625				
Silte		25	25	25				
Areia Total		375	350	350				
Classificação		Argilosa	M Argilosa	M Argilosa				
Tipo de Solo (MAPA)		3	3	3				

Extratores:
 P, K: Mehlich 1;
 Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
 Ca, Mg e Al: KCl 1M;
 S: Fósforo monobásico de Cálcio;
 B: Água quente;
 P(Res): Resina;

Simbologia:
 CTC = CTC efetiva
 C.O. = Carbono Orgânico total
 V% = Sat. Bases
 m% = Sat. Alumínio

Conversão de unidades:
 mg.dm.³ = ppm
 dag.kg = %

Observações:
 -O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
 -Este laudo não tem fins jurídicos.
 -Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
 -Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*)

[Assinatura]
 [REDACTED]
 [REDACTED]

Laudo de Análise Solo

Laudo Nº 5560/2025

Solicitante: [REDACTED]

Proprietário: [REDACTED]

Propriedade: FAZ. BELA VISTA

Cultura:

Entrada: 28/07/2025

Gerado: 29/07/2025

Município: Aparecida do Rio Negro - TO

Convênio: [REDACTED]



Número Sellar		49002	49003	49004	49005	49006	49007	49008	49009
Identificação da Amostra		BVT3 40-60	BVT4 00-20	BVT4 20-40	BVT4 40-60	BVT4 CASCALHO 00-20	BVT4 CASCALHO 20-40	BVT4 CASCALHO 40-60	BVT5 00-20
Determinação	Unidade								
pH Água	-								
pH CaCl ²	-	5,4	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,3	5,6
P Total	%								
P meh	mg.dm ⁻³	9,4							
P resina		4,2	14,9	3,9	4,1	5,6	3,3	3,9	11,6
S-SO ⁴		33	24	37	37	16	17	17	33
K		34	66	48	34	78	54	42	66
K	cmol .dm ⁻³	0,09	0,17	0,12	0,09	0,20	0,14	0,11	0,17
Ca		1,6	4,7	1,8	1,5	4,8	2,4	1,8	5,6
Mg		0,5	1,6	0,6	0,5	1,3	0,7	0,6	1,6
Al		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al		2,00	1,60	1,80	1,80	2,00	2,20	2,20	1,80
M.O.	dag.kg ⁻¹	2,5	3,6	2,5	2,1	3,9	2,5	2,2	3,9
C.O.		1,5	2,1	1,5	1,2	2,3	1,5	1,3	2,3
B	mg.dm ⁻³	0,13	0,19	0,12	0,14	0,18	0,15	0,12	0,19
Cu		0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3
Fe		12	12	13	7	22	11	10	16
Mn		0,4	0,4	0,3	0,3	0,7	0,4	0,4	0,4
Zn		0,6	0,9	0,4	0,6	0,9	0,4	0,9	0,6
SB	cmol .dm ⁻³	2,19	6,47	2,52	2,09	6,30	3,24	2,51	7,37
CTC ^T		4,19	8,07	4,32	3,89	8,30	5,44	4,71	9,17
CTC ^t		2,19	6,47	2,52	2,09	6,30	3,24	2,51	7,37
V ^t	%	52	80	58	54	76	60	53	80
m		0	0	0	0	0	0	0	0
Ca/T		38	58	42	39	58	44	38	61
Mg/T		12	20	14	13	16	13	13	17
K/T		2	2	3	2	2	3	2	2
Ca/Mg		3,2	2,9	3,0	3,0	3,7	3,4	3,0	3,5
Ca/K		17,8	27,6	15,0	16,7	24,0	17,1	16,4	32,9
Mg/K		5,6	9,4	5,0	5,6	6,5	5,0	5,5	9,4
Análise Granulométrica									
Argila	g.kg ⁻¹	525							
Silte		25							
Areia Total		450							
Classificação		Argilosa							
Tipo de Solo (MAPA)		3							

Extratores:
P, K : Mehlich 1;
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
Ca, Mg e Al: KCl 1M;
S: Fósforo monobásico de Cálcio;
B: Água quente;
P(Res): Resina;

Simbologia:
CTC = CTC efetiva
C.O.t = Carbono Orgânico total
V% = Sat. Bases
m% = Sat. Alumínio
Conversão de unidades:
mg.dm⁻¹ = ppm
dag.kg = %

Observações:
-O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
-Este laudo não tem fins jurídicos.
-Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
-Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*).



Laudo de Análise Solo

Laudo N° 5560/2025

Solicitante: [REDACTED]

Proprietário: [REDACTED]

Propriedade: FAZ. BELA VISTA

Cultura:

Entrada: 28/07/2025

Gerado: 29/07/2025

Município: Aparecida do Rio Negro - TO

Convênio: [REDACTED]



Número Sellar		49010	49011	49012	49013	49014	49015	49016	49017
Identificação da Amostra		BVT5 20-40	BVT5 40-60	BVT5 CASCALHO 00-20	BVT5 CASCALHO 20-40	BVT5 CASCALHO 40-60	BVT6 00-20	BVT6 20-40	BVT6 40-60
Determinação	Unidade								
pH Água	-								
pH CaCl ₂	-	5,5	5,4	5,9	5,6	5,6	6,1	6,0	6,0
P Total ²	%								
P meh	mg.dm ⁻³	7,0	2,7						
P resina ³		6,6	3,7	41,0	17,4	9,6	18,1	6,4	5,0
S-SO ₄ ⁴		30	37	27	27	27	19	20	17
K ⁴		46	24	84	65	72	60	34	28
K	cmol .dm ⁻³	0,12	0,06	0,21	0,17	0,18	0,15	0,09	0,07
Ca		3,1	2,7	4,9	3,1	2,7	6,6	4,2	1,9
Mg		1,3	1,0	1,3	0,8	0,8	1,9	1,5	0,8
Al		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al		1,80	1,80	1,50	1,60	1,60	1,10	1,20	1,20
M.O.	dag.kg ⁻¹	3,3	2,8	3,3	2,4	2,1	4,3	2,7	1,5
C.O.		1,9	1,6	1,9	1,4	1,2	2,5	1,6	0,9
B	mg.dm ⁻³	0,20	0,13	0,30	0,24	0,22	0,50	0,30	0,17
Cu		0,3	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
Fe		28	13	12	10	7	8	5	2
Mn		0,4	0,4	0,9	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
Zn		0,4	0,5	1,7	1,2	1,8	1,0	0,5	0,4
SB	cmol .dm ⁻³	4,52	3,76	6,41	4,07	3,68	8,65	5,79	2,77
CTC ^T		6,32	5,56	7,91	5,67	5,28	9,75	6,99	3,97
CTC ^t		4,52	3,76	6,41	4,07	3,68	8,65	5,79	2,77
V ^t	%	72	68	81	72	70	89	83	70
m		0	0	0	0	0	0	0	0
Ca/T		49	49	62	55	51	68	60	48
Mg/T		21	18	16	14	15	20	22	20
K/T		2	1	3	3	3	2	1	2
Ca/Mg		2,4	2,7	3,8	3,9	3,4	3,5	2,8	2,4
Ca/K		25,8	45,0	23,3	18,2	15,0	44,0	46,7	27,1
Mg/K		10,8	16,7	6,2	4,7	4,4	12,7	16,7	11,4
Análise Granulométrica									
Argila	g.kg ⁻¹	575	575						
Silte		25	25						
Areia Total		400	400						
Classificação		Argilosa	Argilosa						
Tipo de Solo (MAPA)		3	3						

Extratores:
P, K : Mehlich 1;
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
Ca, Mg e Al: KCl 1M;
S: Fósforo monobásico de Cálcio;
B: Água quente;
P(Res): Resina;

Simbologia:
CTC = CTC efetiva
C.O.t = Carbono Orgânico total
V% = Sat. Bases
m% = Sat. Alumínio

Conversão de unidades:
mg.dm⁻¹ = ppm
dag.kg = %

Observações:
-O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
-Este laudo não tem fins jurídicos.
-Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
-Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*)



Laudo de Análise Solo

Laudo Nº 5560/2025

Solicitante: [REDACTED]

Proprietário: [REDACTED]

Propriedade: FAZ. BELA VISTA

Cultura:

Entrada: 28/07/2025

Gerado: 29/07/2025

Município: Aparecida do Rio Negro - TO

Convênio: [REDACTED]



Número Sellar		49018	49019	49020	49021	49022	49023	49024	49025
Identificação da Amostra		BVT7 00-20	BVT7 20-40	BVT7 40-60	BVT8 00-20	BVT8 20-40	BVT8 40-60	BVT9 00-20	BVT9 20-40
Determinação	Unidade								
pH Água	-								
pH CaCl ₂	-	6,1	5,7	5,8	5,7	5,8	5,5	5,8	5,6
P Total ²	%								
P meh	mg.dm ⁻³							7,2	3,2
P resina ³		12,7	4,9	10,1	14,0	5,9	5,2	7,4	5,6
S-SO ₄ ⁴		26	25	37	24	21	20	20	24
K ⁴	cmol .dm ⁻³ c	48	36	29	69	54	36	80	75
K		0,12	0,09	0,07	0,18	0,14	0,09	0,20	0,19
Ca		5,5	2,8	2,9	4,6	3,6	1,8	4,0	2,4
Mg		1,5	0,7	0,8	1,5	1,2	0,6	0,8	0,6
Al		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H+Al	dag.kg ⁻¹	1,10	1,60	1,50	1,60	1,60	1,80	1,60	1,80
M.O.		3,7	3,2	3,0	4,0	3,2	2,3	3,9	3,4
C.O.		2,2	1,9	1,7	2,3	1,9	1,3	2,3	2,0
B	mg.dm ⁻³	0,15	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,14	0,30
Cu		0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,7
Fe		6	7	6	17	11	15	11	22
Mn		0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,9
Zn		0,7	0,4	0,9	0,7	0,4	0,9	2,2	2,4
SB	cmol .dm ⁻³ c	7,12	3,59	3,77	6,28	4,94	2,49	5,00	3,19
CTC ^T		8,22	5,19	5,27	7,88	6,54	4,29	6,60	4,99
CTC ^t		7,12	3,59	3,77	6,28	4,94	2,49	5,00	3,19
V ^t	%	87	69	72	80	76	58	76	64
m		0	0	0	0	0	0	0	0
Ca/T		67	54	55	58	55	42	61	48
Mg/T		18	14	15	19	18	14	12	12
K/T		2	2	1	2	2	2	3	4
Ca/Mg		3,7	4,0	3,6	3,1	3,0	3,0	5,0	4,0
Ca/K		45,8	31,1	41,4	25,6	25,7	20,0	20,0	12,6
Mg/K		12,5	7,8	11,4	8,3	8,6	6,7	4,0	3,2
Análise Granulométrica									
Argila	g.kg ⁻¹							475	575
Silte								75	25
Areia Total								450	400
Classificação								Argilosa	Argilosa
Tipo de Solo (MAPA)								3	3

Extratores:
P, K : Mehlich 1;
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
Ca, Mg e Al: KCl 1M;
S: Fósforo monobásico de Cálcio;
B: Água quente;
P(Res): Resina;

Simbologia:
CTC = CTC efetiva
C.O.t = Carbono Orgânico total
V% = Sat. Bases
m% = Sat. Alumínio
Conversão de unidades:
mg.dm⁻¹ = ppm
dag.kg = %

Observações:
-O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
-Este laudo não tem fins jurídicos.
-Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
-Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*).



Laudo de Análise Solo

Laudo Nº 5560/2025

Solicitante: [REDACTED]

Proprietário: [REDACTED]

Propriedade: FAZ. BELA VISTA

Cultura:

Entrada: 28/07/2025

Gerado: 29/07/2025

Município: Aparecida do Rio Negro - TO

Convênio: [REDACTED]



Número Sellar		49026	49027	49028	49029				
Identificação da Amostra		BVT9 40-60 BVT10 00-20 BVT10 20-40 BVT10 40-60							
Determinação	Unidade								
pH Água	-								
pH CaCl ₂	-	5,6	5,8	5,7	5,5				
P Total ²	%								
P meh	mg.dm ⁻³	3,4							
P resina ²		6,2	16,1	22,5	7,0				
S-SO ₄ ²		29	24	18	27				
K ⁴		54	116	91	56				
K	cmol .dm ⁻³ c	0,14	0,30	0,23	0,14				
Ca		3,2	6,2	4,5	2,4				
Mg		0,8	1,5	1,2	0,6				
Al		0,00	0,00	0,00	0,00				
H+Al		1,60	1,60	1,60	1,80				
M.O.	dag.kg ⁻¹	3,2	4,9	3,9	2,5				
C.O.		1,9	2,8	2,3	1,5				
B	mg.dm ⁻³	0,34	0,46	0,39	0,23				
Cu		0,7	0,7	0,6	0,4				
Fe		18	28	24	19				
Mn		1,0	1,5	1,1	0,9				
Zn		2,7	2,2	1,1	1,1				
SB	cmol .dm ⁻³ c	4,14	8,00	5,93	3,14				
CTC ^T		5,74	9,60	7,53	4,94				
CTC ^T		4,14	8,00	5,93	3,14				
V ^t	%	72	83	79	64				
m		0	0	0	0				
Ca/T		56	65	60	49				
Mg/T		14	16	16	12				
K/T		2	3	3	3				
Ca/Mg		4,0	4,1	3,7	4,0				
Ca/K		22,9	20,7	19,6	17,1				
Mg/K		5,7	5,0	5,2	4,3				
Análise Granulométrica									
Argila	g.kg ⁻¹	575							
Silte		25							
Areia Total		400							
Classificação		Argilosa							
Tipo de Solo (MAPA)		3							

Extratores:
P, K : Mehlich 1;
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
Ca, Mg e Al: KCl 1M;
S: Fosfato monobásico de Cálcio;
B: Água quente;
P(Res): Resina;

Simbologia:
CTC = CTC efetiva
C.O.t = Carbono Orgânico total
V% = Sat. Bases
m% = Sat. Alumínio
Conversão de unidades:
mg.dm⁻¹ = ppm
dag.kg = %

Observações:
-O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
-Este laudo não tem fins jurídicos.
-Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
-Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*).

