



## Expansion of soybean culture in the North Araguaia microregion: Temporal analysis in the municipality of Confresa-MT

## Expansão da sojicultura na microrregião Norte Araguaia: Análise temporal no município de Confresa- MT

OSTERMANN, Guilherme Dias<sup>(1)</sup>; SANTOS, Jobson Bruno de Oliveira<sup>(2)</sup>; DIAS, Leticia Alves<sup>(3)</sup>; ALMEIDA, Evanilson Souza de<sup>(4)</sup>; SOUSA, Valéria Fernandes de Oliveira<sup>(5)</sup>; SANTOS, João Paulo de Oliveira<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> 0009-0008-9778-1048; Instituto Federal de Mato Grosso. Confresa, MT, Brasil. [guilherme.ostermann@estudante.ifmt.edu.br](mailto:guilherme.ostermann@estudante.ifmt.edu.br).

<sup>(2)</sup> 0009-0004-5447-5690; Instituto Federal de Alagoas. Piranhas, AL, Brasil. [jbos2@aluno.ifal.edu.br](mailto:jbos2@aluno.ifal.edu.br).

<sup>(3)</sup> 0009-0008-6036-788X; Instituto Federal de Alagoas. Piranhas, AL, Brasil. [lad2@aluno.ifal.edu.br](mailto:lad2@aluno.ifal.edu.br).

<sup>(4)</sup> 0009-0006-7336-0295; Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, PB, Brasil. [evanilsom46@gmail.com](mailto:evanilsom46@gmail.com).

<sup>(5)</sup> 0000-0002-6124-0898; Universidade Federal de Campina Grande. Pombal, PB, Brasil. [valeriafernandesbds@gmail.com](mailto:valeriafernandesbds@gmail.com).

<sup>(6)</sup> 0000-0003-1826-1746; Instituto Federal de Mato Grosso. Confresa, MT, Brasil. [paulo.oliveira@ifmt.edu.br](mailto:paulo.oliveira@ifmt.edu.br).

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

### ABSTRACT

Soybean (*Glycine max* L. Merrill) is one of the main global agricultural commodities, with Brazil being the world's largest producer and exporter. In the state of Mato Grosso, the Norte Araguaia microregion has been consolidating itself as a new agricultural frontier, with the municipality of Confresa as one of the main hubs of this expansion. In this context, this study aimed to analyze the soybean production dynamics in Confresa between 2003 and 2023. Data were obtained from the Municipal Agricultural Survey (PAM) of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), covering six agricultural variables. To understand the relationships between these variables and production trends, Principal Component Analysis (PCA) and Hierarchical Cluster Analysis (HCA) were used, the latter accompanied by heat maps. The results showed a significant expansion of soybean farming in the municipality, with an increase in planted area from 810 ha (2010) to 55,370 ha (2023) and production from 2,430 tons to over 200,000 tons, representing growth of over 8,130%. Production value increased from R\$1.38 million in 2010 to R\$649 million in 2022. The ACP indicated that this growth was strongly associated with the expansion of cultivated area, while productivity had a secondary influence. The HCA identified four distinct time groups, with the most recent years showing the best production indicators. Given the leading role of soybeans in the local economy, the importance of planning and adopting strategies aimed at the sustainability of agricultural activity in the municipality is highlighted.

### RESUMO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das principais commodities agrícolas globais, com destaque para o Brasil, maior produtor e exportador mundial. No estado de Mato Grosso, a microrregião do Norte Araguaia vem se consolidando como nova fronteira agrícola, tendo o município de Confresa como um dos principais polos dessa expansão. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica produtiva da soja em Confresa entre 2003 e 2023. Os dados foram obtidos junto à Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangendo seis variáveis agrícolas. Para compreender as relações entre essas variáveis e a evolução da produção, foram utilizadas Análise de Componentes Principais (ACP) e Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA), esta última acompanhada por mapas de calor. Os resultados evidenciaram uma expressiva expansão da sojicultura no município, com aumento da área plantada de 810 ha (2010) para 55.370 ha (2023) e da produção de 2.430 toneladas para mais de 200 mil toneladas, representando um crescimento superior a 8.130%. O valor da produção passou de R\$ 1,38 milhão em 2010 para R\$ 649 milhões em 2022. A ACP apontou que esse crescimento esteve fortemente associado à expansão da área cultivada, enquanto a produtividade teve influência secundária. A HCA identificou quatro grupos temporais distintos, com os anos mais recentes apresentando os melhores indicadores produtivos. Diante do protagonismo da soja na economia local, destaca-se a importância do planejamento e da adoção de estratégias voltadas à sustentabilidade da atividade agrícola no município.

### INFORMAÇÕES DO ARTIGO

#### Histórico do Artigo:

Submetido: 13/01/2026

Aprovado: 07/04/2026

Publicação: 11/04/2026



#### Keywords:

Principal component analysis, productive dynamics, *Glycine max* L.

#### Palavras-Chave:

Análise de componentes principais, dinâmica produtiva, *Glycine max* L.

## Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma das culturas mais relevantes do cenário agrícola mundial, representando cerca de 30% da produção global de oleaginosas. Os grãos de soja são altamente nutritivos, contendo entre 40% a 45% de proteína, 20% a 22% de óleo e 20% a 26% de carboidratos (Rao et al., 2023). Além de ser a principal fonte de óleo vegetal e de proteína vegetal de alta qualidade, a soja é amplamente utilizada como matéria-prima na alimentação animal, bem como nas indústrias alimentícia, farmacêutica e química. Essa versatilidade tem impulsionado a crescente demanda global por produtos derivados da soja (Guo et al., 2022).

Considerada uma das principais commodities globais, a soja desempenha papel central na segurança alimentar e energética, sendo utilizada tanto na nutrição humana quanto na alimentação animal e na produção de biocombustíveis. Brasil, Estados Unidos e Argentina são os três maiores produtores e exportadores mundiais, respondendo por mais de 80% das exportações globais de soja (Reis; Aktas; Machado, 2025).

No contexto nacional, a soja ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, consolidando o Brasil como o maior produtor e exportador mundial da cultura (Toloi et al., 2024). Inicialmente introduzida nos estados do Sul, especialmente no Rio Grande do Sul e Paraná, regiões de clima subtropical, a cultura da soja expandiu-se significativamente a partir das décadas de 1970 e 1980. Com o suporte da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foram desenvolvidas variedades adaptadas ao clima tropical, o que possibilitou a expansão para o cerrado brasileiro, em especial para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (Colussi et al., 2024).

O estado de Mato Grosso destaca-se como o principal produtor de soja do país, além de liderar a produção nacional de algodão, milho, girassol e o rebanho de bovino de corte (Toloi et al., 2021a; Toloi et al., 2024). O dinamismo da produção de soja no estado reflete seu potencial econômico, relacionado à crescente demanda por insumos, à ampliação da área plantada, e ao aumento da produtividade. Assim, a cadeia produtiva da soja impacta amplamente todos os agentes envolvidos direta ou indiretamente na atividade (Toloi et al., 2021b).

A produção de soja na microrregião Norte Araguaia, em Mato Grosso, insere-se em um processo mais amplo de expansão agrícola no estado, mas apresenta dinâmicas específicas que exigem análise localizada. Apesar de Mato Grosso ser o maior produtor nacional de soja, a diversidade de biomas, solos e condições geográficas impõe diferentes ritmos de ocupação e uso da terra. Nesse contexto, entre os anos de 2005 e 2015, o Norte Araguaia começou a se consolidar como uma nova fronteira agrícola, com diversos municípios da região passando a integrar de forma mais efetiva o mapa da sojicultura mato-grossense (Barrozo & Rosa, 2017).

Na microrregião do Norte Araguaia, o município de Confresa tem se destacado pelo acelerado ritmo de crescimento econômico, impulsionado, em grande medida, pela consolidação da cultura da soja como uma relevante fonte de geração de emprego e renda

(Gawenda, 2014). Nesse contexto, torna-se fundamental compreender a dinâmica interanual da produção de soja no município, identificando os fatores que influenciam sua expansão, as variações ao longo do tempo e os impactos socioeconômicos associados.

A despeito do crescimento vertiginoso da sojicultura no Norte Araguaia, ainda são escassos estudos quantitativos que avaliem a dinâmica interanual da produção em escala municipal, especialmente mediante o emprego de técnicas multivariadas. Ressalte-se que o município de Confresa concentra um expressivo número de assentados da Reforma Agrária e atravessa uma acentuada transição da agricultura de pequena escala para a produção de *commodities* em larga escala.

Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento da produção de soja em Confresa, no período de 2003 a 2023, de modo a fornecer subsídios que contribuam para o planejamento territorial, a sustentabilidade da atividade e o fortalecimento da cadeia produtiva.

## **Metodologia**

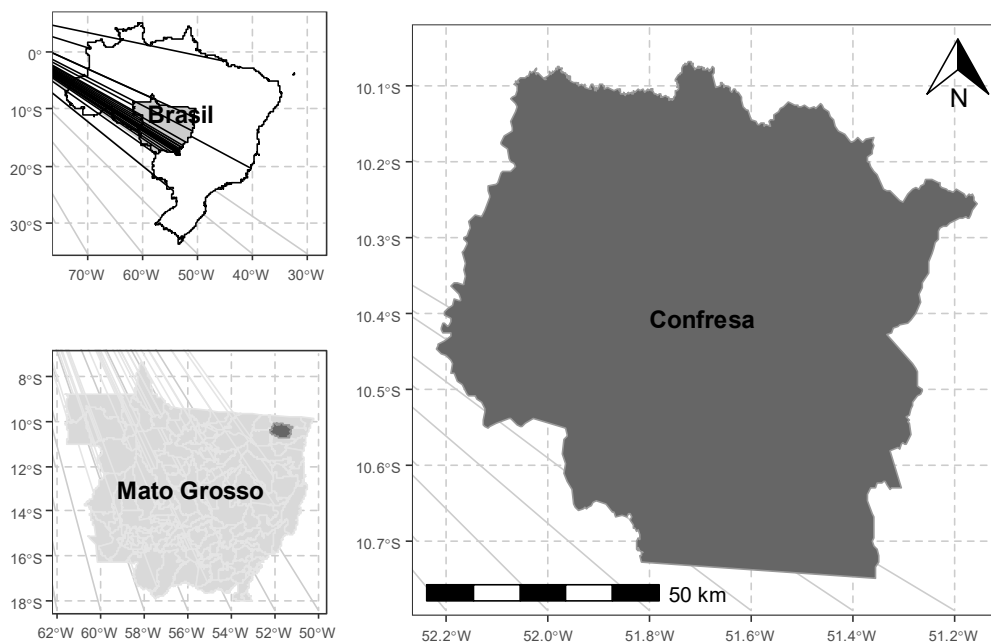
O município de Confresa (Figura 1) está localizado na região Nordeste de Mato Grosso, inserido na região Araguaia-Xingu e na microrregião do Norte Araguaia, com coordenadas 10°38'38" S e 51°34'08" O, e altitude aproximada de 237 metros. Apresenta clima de floresta tropical, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. O período de seca ocorre geralmente entre junho e agosto, podendo se estender até setembro. A precipitação média anual é cerca de 1.900 mm, concentrada principalmente em janeiro, fevereiro e março. A temperatura média anual é 28°C, variando entre 15°C e 41°C (Silva et al., 2022).

O município tem apresentado um crescimento consistente, destacando-se progressivamente no cenário agropastoril e agroindustrial do Estado de Mato Grosso. A expansão da fronteira agrícola tem favorecido a implementação de lavouras de soja em larga escala, impulsionando a atração de empresas vinculadas ao agronegócio, que têm se instalado na região para atender à demanda crescente. Além disso, o município conta com um frigorífico em operação, o que reforça sua relevância na cadeia produtiva da pecuária de corte (Gawenda, 2014).

Para a realização deste estudo, foram utilizados dados referentes à produção de soja no município de Confresa (MT), no período de 2003 a 2023. As informações foram extraídas da base de dados da Pesquisa Agrícola Municipal (PAM), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA, 2025), especificamente da Tabela 1612, que trata de culturas temporárias.

### **Figura 1.**

### Localização do município de Confresa, Mato Grosso.



Fonte: Os autores (2025).

Seis variáveis agrícolas foram analisadas: (a) área plantada (ha), correspondente à extensão total cultivada com soja em cada ano; (b) área colhida (ha), representando a área efetivamente colhida anualmente; (c) quantidade produzida (t), que expressa o volume total de produção anual; (d) produtividade (kg/ha), obtida pela razão entre a produção e a área colhida; (e) valor da produção (em milhares de reais), calculado com base na média ponderada da produção e dos preços médios pagos aos produtores; e (f) percentual do valor da produção em relação ao total das lavouras temporárias, indicando a participação econômica da soja no contexto agrícola municipal.

Os dados foram organizados em figuras e posteriormente submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP). Para a realização da ACP, os dados foram previamente padronizados (Z-score). A significância da associação entre as variáveis originais e os componentes principais foi verificada pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ) por meio da função `dimdesc` do pacote `FactoMineR` (Lê et al., 2008). O número de eixos retidos para interpretação seguiu o critério de Kaiser (autovalores  $> 1$ ) e a proporção da variância explicada.

A ACP é uma técnica estatística multivariada empregada para a redução da dimensionalidade de conjuntos de dados de alta complexidade, com o objetivo de reter a maior proporção possível da variância total presente nas variáveis originais. Esse método realiza uma transformação linear das variáveis correlacionadas em um novo conjunto de variáveis ortogonais, denominadas componentes principais, as quais são não correlacionadas entre si e ordenadas de acordo com a quantidade de variância explicada (Jewsbury & Johnson, 2025).

A Análise de Componentes Principais (ACP) tem se consolidado como uma ferramenta estatística eficiente para a investigação da dinâmica temporal da produção agrícola. Sua

aplicação tem sido frequente em estudos envolvendo culturas temporárias, como arroz (Blaszczyk et al., 2025), feijão (Araújo et al., 2021; Santos et al., 2021), tomate (Silva et al., 2025), milho (Santana et al., 2023; Araújo et al., 2025; Santos et al., 2025) e cana-de-açúcar (Bulhões et al., 2025). Além dessas, a ACP também tem sido utilizada para avaliar a dinâmica produtiva de espécies frutíferas, como caju (Souza Júnior et al., 2022), manga (Santos et al., 2024a) e banana (Santos et al., 2024b), bem como de culturas de fibra, como o sisal (Sabino et al., 2024).

Complementarmente, realizou-se a Análise de Agrupamento Hierárquico (HCA) pelo método de Ward e distância euclidiana, com o número de clusters otimizado pelo índice de Silhueta. Os resultados foram integrados em um mapa de calor (*heatmap*) com ordenação por importância e agrupamento dendrogramático. Todas as análises foram realizadas no software estatístico R, versão 4.5.1 (R Core Team, 2025).

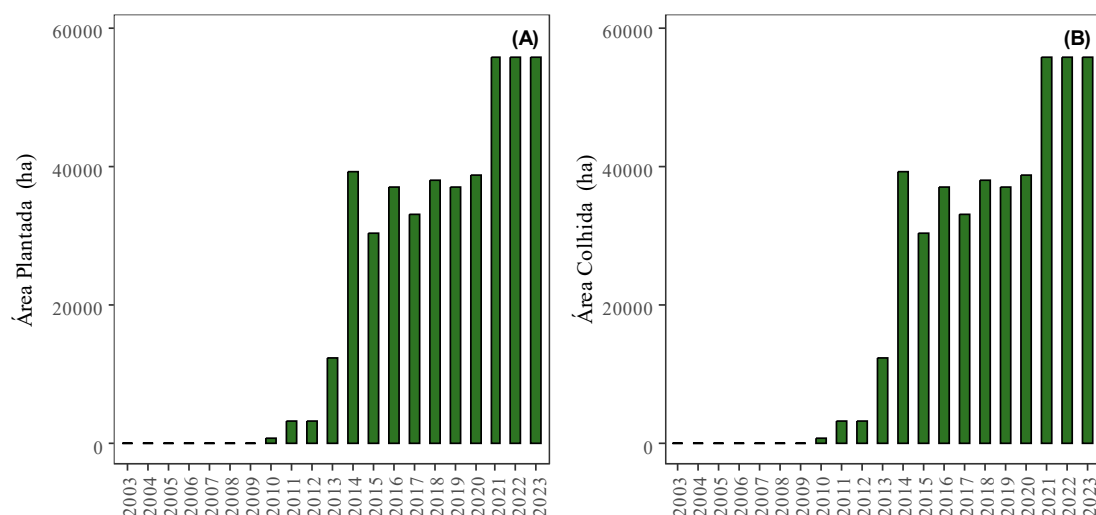
## **Resultados e Discussão**

Os primeiros registros oficiais de plantios comerciais de soja em Confresa datam de 2010, quando foram cultivados 810 hectares com essa cultura no município (Figura 2A). Observou-se um aumento expressivo dessa área até 2014, alcançando 39.411 hectares. Em seguida, verificou-se uma tendência de queda seguida por um período de estabilidade, até um novo crescimento acentuado nos últimos três anos do período analisado, quando a área plantada ultrapassou 55 mil hectares.

É importante frisar que esta pesquisa delimitou o ano de 2003 como marco inicial para evidenciar a chegada e expansão dessa cultura na região. Historicamente, a colonização de Confresa visava à abertura de áreas para o cultivo de cana-de-açúcar, destinada a uma destilaria local. Com o encerramento das atividades desta usina em 2009, as terras agricultáveis foram redirecionadas para outras culturas, com protagonismo da soja (Gawenda, 2014).

Em todos os anos avaliados, a área colhida acompanhou de forma consistente a área plantada (Figura 2B). Esses resultados evidenciam que, em Confresa, a cultura da soja tem sido conduzida sob manejo agrônômico adequado e em condições edafoclimáticas favoráveis. Discrepâncias entre a área plantada e a efetivamente colhida são frequentemente relatadas em outros estudos com lavouras temporárias, como o milho (Santana et al., 2023; Araújo et al., 2025), e geralmente atribuídas a fatores como eventos climáticos adversos, ataques de pragas e incidência de patógenos (Santos et al., 2021).

### **Figura 2.**

*Área plantada (A) e área colhida (B) com soja em Confresa – MT no período 2003-2023.*

Fonte: Adaptado de Sidra (2025).

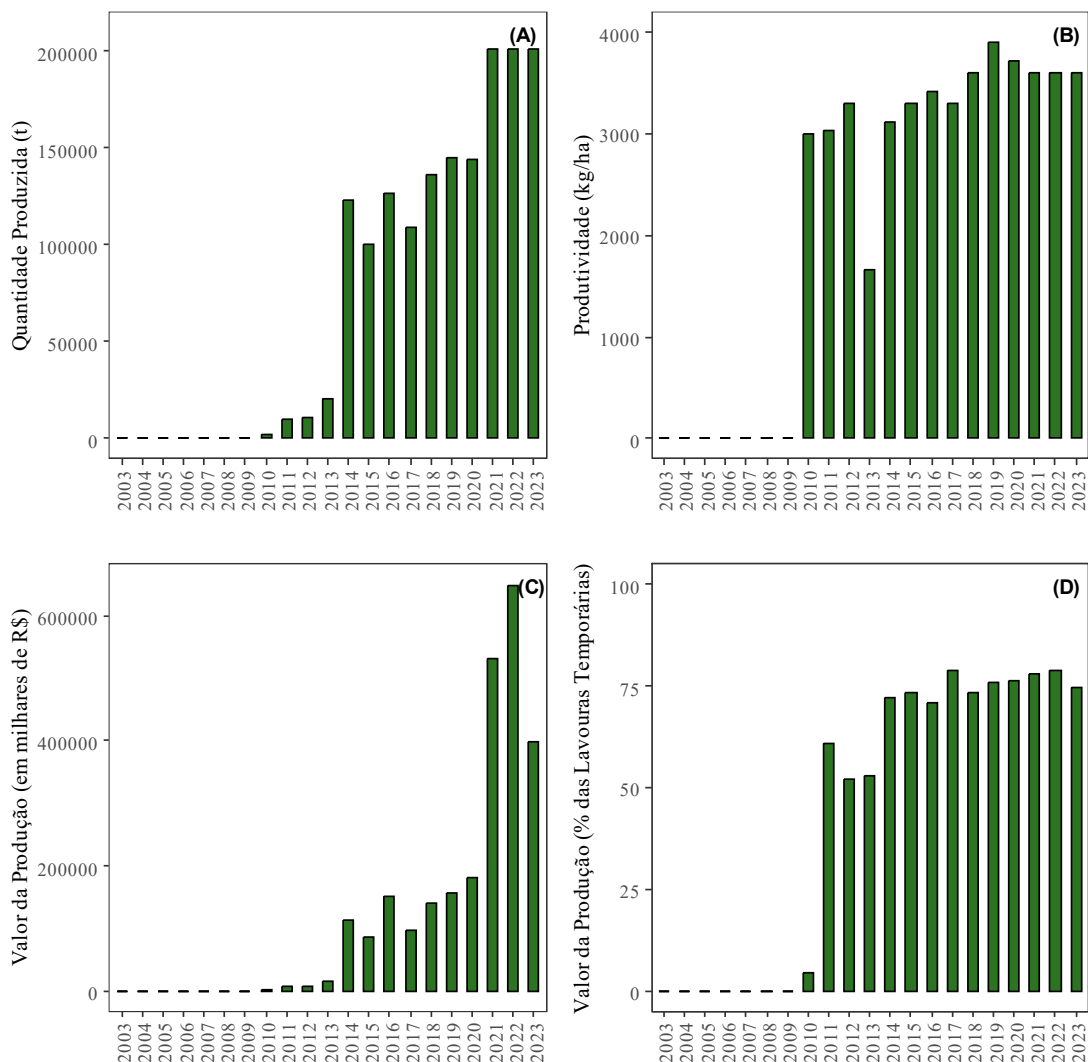
A quantidade produzida dessa oleaginosa no município aumentou de 2.430 toneladas em 2010 para mais de 200.000 toneladas nos últimos três anos do período analisado, representando um acréscimo superior a 8.130% (Figura 3A).

Esse crescimento expressivo evidencia a forte expansão da sojicultura na região. A região do Vale do Araguaia, da qual Confresa faz parte, tem sido chamada, há alguns anos, de "a nova fronteira agrícola" do estado, devido às condições edafoclimáticas favoráveis à produção agrícola. Com uma clara vocação para a agricultura, o nordeste mato-grossense vem recebendo diversos investimentos em infraestrutura. O notável desenvolvimento da cultura da soja na região ocorreu de forma progressiva, impulsionado principalmente por esses investimentos (Demambro et al., 2021).

A produtividade da soja em Confresa oscilou entre 1.668 kg/ha, em 2013, e 3.900 kg/ha, em 2019 (Figura 3B). No ano de 2023, ao final do período monitorado, o rendimento médio foi de 3.600 kg/ha. Destaca-se que, em 2019, a produtividade local superou as médias registradas para o estado de Mato Grosso (3.316 kg/ha), para a região Centro-Oeste (3.251 kg/ha) e para o Brasil (3.185 kg/ha), segundo dados do SIDRA (2025). Já em 2023, embora a produtividade de Confresa tenha se mantido acima da média nacional (3.425 kg/ha), ficou abaixo dos valores registrados para Mato Grosso (3.708 kg/ha) e para a região Centro-Oeste (3.721 kg/ha) (SIDRA, 2025).

**Figura 3.**

*Quantidade produzida (A), produtividade (B), valor da produção (C) e valor da produção (% das lavouras temporárias) (D) de soja em Confresa – MT no período 2003-2023.*



Fonte: Adaptado de Sidra (2025).

O valor da produção de soja em Confresa aumentou de R\$ 1.385.000 em 2010 para R\$ 649.348.000 em 2022, representando um acréscimo superior a 46.000% (Figura 3C). Esses resultados reforçam a expressiva expansão da sojicultura no município e seu elevado impacto econômico sobre a agricultura local. Esse protagonismo é evidenciado pela participação da soja no valor total das lavouras temporárias cultivadas em Confresa, que passou de 4,28% em 2010 para mais de 70% em todos os anos a partir de 2014 (Figura 3D).

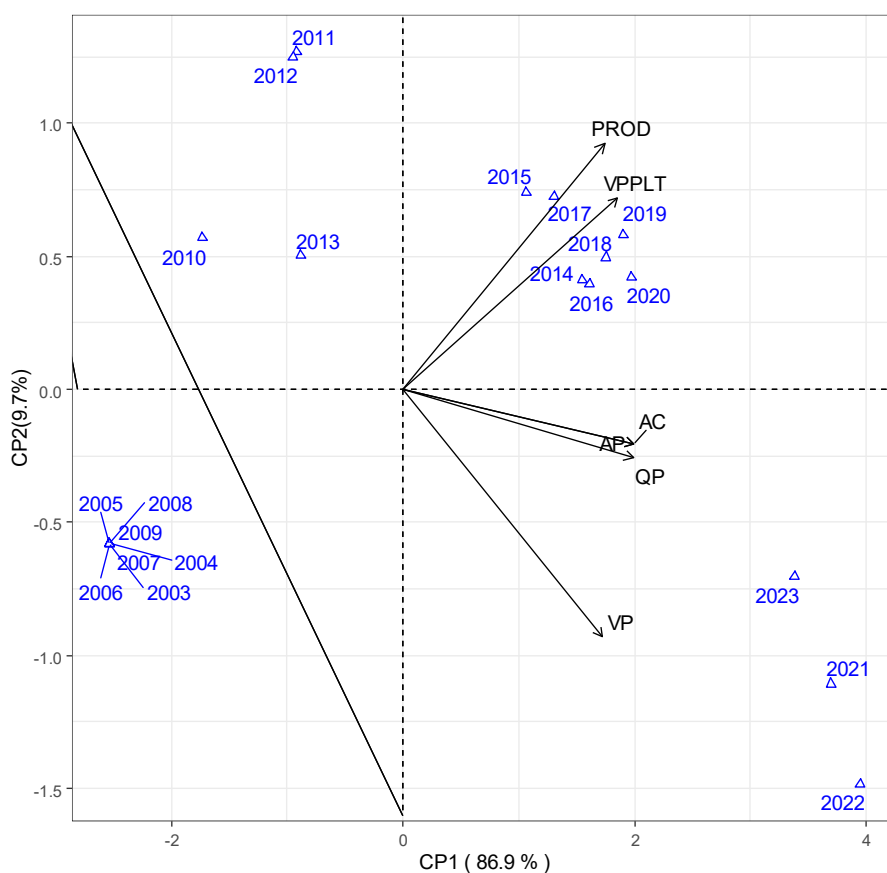
Segundo Cunha, Espíndola e Farias (2024), em 2022, a mesorregião Nordeste de Mato Grosso, na qual está inserido o município de Confresa, produziu 7,5 milhões de toneladas de soja, registrando um crescimento acumulado de 581% em comparação a 2003, refletindo a forte expansão da atividade na região. A produtividade média foi de 3.578 kg/ha, com um aumento de 26,5% no período. O Valor Adicionado Bruto (VAB) gerado alcançou R\$ 20,9

bilhões, o que corresponde a 19,8% do total estadual, a segunda maior contribuição entre as mesorregiões. Com uma taxa média de crescimento anual de 13,3% nas últimas décadas, o Nordeste do estado se destaca pela rápida disseminação da produção e crescente especialização agrícola.

A Análise de Componentes Principais (ACP) explicou 96,6% da variância total dos dados nos dois primeiros eixos principais (CP1 e CP2) (Figura 4). O primeiro eixo (CP1) concentrou 86,9% da variância e revelou uma forte associação positiva entre Quantidade Produzida (QP) ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,01$ ), Área Plantada (AP) ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,01$ ) e Área Colhida (AC) ( $r = 0,98$ ;  $p < 0,01$ ). Esses resultados indicam que, na região analisada, o aumento da produção de soja está fortemente relacionado à expansão das áreas cultivadas, o que indica que a produtividade exerce um papel secundário nesse cenário. Resultados semelhantes são reportados para outras culturas agrícolas, como para a produção de milho no interior de Alagoas (Santana et al., 2023).

#### Figura 4.

*Dispersão gráfica biplot da produção de soja em Confresa – MT no período 2003-2023, e baseada em escores de 6 caracteres produtivos, representados pelos dois primeiros componentes principais.*



Área plantada (AP), área colhida (AC), quantidade produzida (QP), produtividade (PROD), valor da produção (VP) e valor da produção percentual das lavouras temporárias (VPPLT).

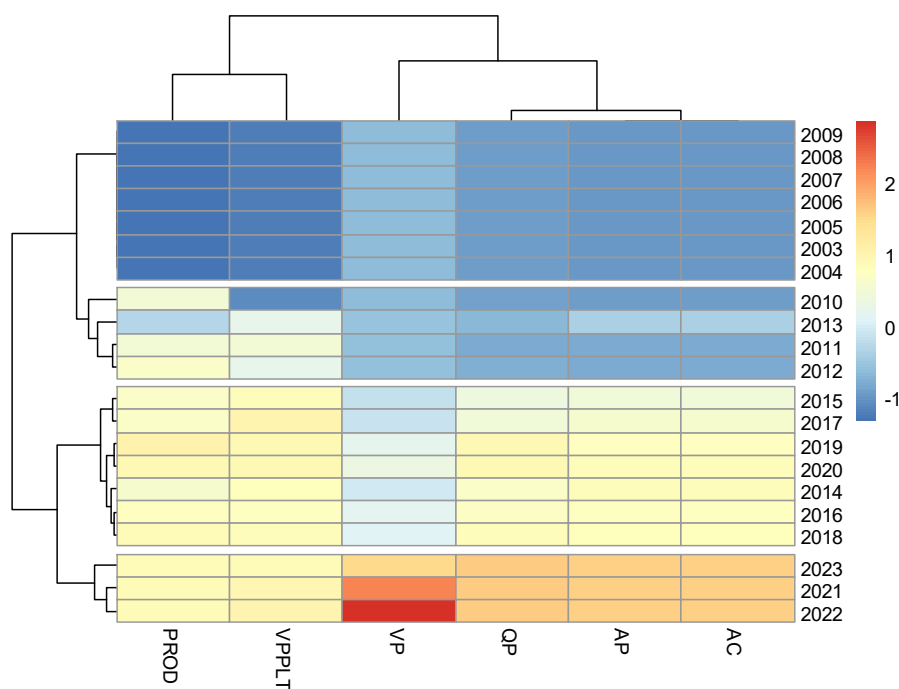
Fonte: Os autores (2025).

No segundo eixo (CP2), que explicou 9,7% da variância dos dados, observou-se uma associação negativa entre Produtividade (PROD) ( $r = 0,45$ ;  $p < 0,05$ ) e Valor da Produção (VP) ( $r = -0,45$ ;  $p < 0,05$ ). Esses resultados indicam que maiores valores de produção não estão necessariamente associados a maiores níveis de produtividade, reforçando as evidências observadas no CP1 de que o aumento do valor gerado está mais relacionado à expansão da área cultivada do que ao rendimento por hectare.

A análise de agrupamento hierárquico resultou na formação de 4 clusters, que agrupam os anos com características produtivas similares (Figura 5). Obteve-se um coeficiente de correlação cofenética de  $r = 0,86$ , indicando um alto grau de confiabilidade no agrupamento.

**Figura 5.**

*Análise de agrupamento hierárquico e mapa de calor com base nos anos avaliados e caracteres produtivos. As cores vermelha e azul representam a importância, da maior para a menor, respectivamente.*



Área plantada (AP), área colhida (AC), quantidade produzida (QP), produtividade (PROD), valor da produção (VP) e valor da produção percentual das lavouras temporárias (VPPLT).

Fonte: Os autores (2025).

Os anos de 2003 a 2009 agruparam-se devido à inexistência de produção de soja nesse período em Confresa. Por outro lado, os anos de 2021, 2022 e 2023 formaram um grupo caracterizado pelas melhores métricas produtivas, destacando-se pelos maiores valores de produção (Figura 5). Já o período de 2014 a 2020 agrupou-se por apresentar um desempenho produtivo intermediário.

Os resultados em conjunto evidenciam a expansão temporal da cultura da soja em Confresa, com ganhos expressivos em área plantada, quantidade produzida e valor da produção. Esses avanços não se restringem ao município, estendendo-se também à microrregião do Norte Araguaia, que vem se destacando no setor agrícola mato-grossense não apenas pela produção de soja, mas também pelo cultivo de outras culturas, como o milho, além da atividade pecuária (Barrozo & Rosa, 2017).

### **Considerações Finais**

A produção de soja no município de Confresa apresentou significativa variabilidade interanual, impulsionada principalmente pela expansão da área cultivada. A produtividade, embora variável, teve papel secundário na dinâmica da produção, conforme evidenciado pela Análise de Componentes Principais, que destacou a correlação positiva entre área plantada, área colhida e quantidade produzida.

A análise de agrupamento hierárquico identificou agrupamentos temporais distintos, com os anos mais recentes apresentando os melhores indicadores produtivos.

Os resultados obtidos confirmam a consolidação da soja como cultura dominante no município e apontam para a necessidade de estratégias de planejamento territorial e manejo sustentável para garantir a continuidade e eficiência da atividade agrícola na região.

### **REFERÊNCIAS**

- Araújo, J. R. E. S., Silva, J. H. B., Batista, M. C., Sabino, B. T. S., Almeida, I. V. B., Abreu, K. G., Araújo, E. F. B., & Santos, J. P. O. (2021). Agricultura de sequeiro e variabilidade produtiva de uma cultura de subsistência em Gado Bravo, Semiárido da Paraíba. *Diversitas Journal*, 6(3), 2905–2918. [https://doi.org/10.48017/Diversitas\\_Journal-v6i3-1862](https://doi.org/10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1862)
- Araújo, J. R. E. S., Silva, J. H. B., Souza Júnior, S. L., & Santos, J. P. O. (2025). Dinâmica interanual da produção de milho em Aroeiras/PB, Brasil. *Vivências*, 21(42), 345–356. <https://doi.org/10.31512/vivencias.v21i42.1133>
- Barrozo, J. C., & Rosa, J. C. (2017). O Norte Araguaia mato-grossense como uma nova fronteira de expansão da soja Brasil (2000 a 2015). *Diálogos Latinoamericanos*, 18(26), 172–188. <https://doi.org/10.7146/dl.v18i26.112812>
- Blaszczyk, L. A. S., Costa, V. H. S., Araújo, F. B., & Santos, J. P. O. (2025). Rice Farming in Tocantins: A Temporal Analysis of Production in Lagoa da Confusão. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 14(4), 96-104. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2025v14i4.8238>

- Bulhões, L. E. L., Santos, A. S., Santos, T. C., Santos, A. G., Silva, L. D. R., & Santos, J. P. O. (2025). Transformações na produção de cana-de-açúcar em Alagoas: tendências e desafios de 2002 a 2022. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 16(1), 143–157. <https://doi.org/10.31072/rcf.v16i1.1478>
- Colussi, J., Sonka, S., Schnitkey, G. D., Morgan, E. L., & Padula, A. D. (2024). A comparative study of the influence of communication on the adoption of digital agriculture in the United States and Brazil. *Agriculture*, 14(7), e1027. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071027>
- Cunha, R. C. C., Espíndola, C. J., & Farias, F. R. (2024). A geoeconomia dos agronegócios no Brasil: desempenho produtivo e territorial da produção de soja no estado do Mato Grosso pós-2003. *Revista Pantaneira*, 23, 48–66. <https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/20194>
- Demambro, E., Pietrafesa, P. A., & Rojas, G. V. G. (2021). A expansão do cultivo de soja e os impactos ambientais no vale do Araguaia, entre 2000 e 2019. *South American Development Society Journal*, 7(20), 83–108. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v7i20p-83-108>
- Gawenda, R. L. O. (2014). A representatividade socioeconômica do município de Confresa no desenvolvimento regional do Norte Araguaia de Mato Grosso. *Huellas*, 18, 89–104. <https://cerac.unlpam.edu.ar/ojs/index.php/huellas/article/view/980>
- Guo, B., Sun, L., Jiang, S., Ren, H., Sun, R., Wei, Z., Hong, H., Luan, X., Wang, J., Wang, X., Xu, D., Li, W., Guo, C., & Qiu, L. (2022). Soybean genetic resources contributing to sustainable protein production. *Theoretical and Applied Genetics*, 135(11), 4095–4121. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04222-9>
- Jewsbury, P. A., & Johnson, M. S. (2025). Principal component analysis on the covariance matrix for data reduction in large-scale assessments. *Large-scale Assessments in Education*, 13(1), 30. <https://doi.org/10.1186/s40536-025-00264-9>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing*. <https://www.R-project.org/>
- Rao, P. J. M., Pallavi, M., Bharathi, Y., Priya, P. B., Sujatha, P., & Prabhavathi, K. (2023). Insights into mechanisms of seed longevity in soybean: a review. *Frontiers in Plant Science*, 14, e1206318. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1206318>

- Reis, J. G. M., Aktas, E., & Machado, S. T. (2025). Soybean supply chains, markets, and global trade. In *Soybean production technology: Physiology, production and processing* (pp. 429–446). Springer Nature Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-97-8677-0\\_19](https://doi.org/10.1007/978-981-97-8677-0_19)
- Sabino, B. T., Santos, J. P. O., Araújo, J. R. E., Abreu, K. G., Araújo, E. F. B., Medeiros, L. F. S., Medeiros, E. M. D., & Silva, Í. L. M. (2024). A produção de sisal em Remígio, Curimataú Ocidental da Paraíba: uma análise interanual (2001–2021). *Revista Univap*, 30(68), 1–9. <https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v30i68.4490>
- Santana, W. S., Pereira, D. D., Araújo, J. R. E. S., Sousa, V. F. O., Dias, M. S., & Santos, J. P. O. (2023). Dinâmica temporal da produção de milho em Pão de Açúcar, Alagoas, Brasil. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 14(2), 158–169. <https://doi.org/10.31072/rcf.v14i2.1318>
- Santos, J. P. O., Sousa, V. F. O., Silva, J. H. B., Santos, G. L., Silva, A. J., Souza Júnior, S. L., Cruz, J. M. F. L., Diniz, G. L., & Fátima, R. T. (2024b). A bananicultura do Brejo Paraibano em transformação: um olhar temporal (2001–2021). *Revista Thema*, 23(2), 463–474. <https://doi.org/10.15536/thema.V23.2024.463-474.3451>
- Santos, J. P. O., Bulhões, L. E. L., Cartaxo, P. H. A., Gonzaga, K. S., Freitas, A. B. T. M., Ribeiro, J. K. N., Pereira, M. C. S., Dias, M. S., Xavier, M. A., & Dantas, E. A. (2021). Interannual variability of productive aspects of bean culture in a municipality in the semiarid region of Alagoas, Brazil. *Scientific Electronic Archives*, 14(1), 26–32. <https://doi.org/10.36560/14120211204>
- Santos, J. P. O., Bulhões, L. E. L., Melo, J. A. B., Lima, D. S., Santos, A. S., Silva, J. H. B., Silva, L. D. R., Pereira, D. D., & Nascimento, I. R. S. (2024a). Manga na Paraíba: uma análise temporal (2002–2022) da dinâmica da produção. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 13(2), 246–253. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2024v13i2.p246-253>
- Santos, J. P. O., Sousa, V. F. O., Bulhões, L. E. L., Silva, J. H. B., Santos, J. B. O., Dias, L. A., Melo, J. A. B., Santos, A. S., & Lima, D. S. S. (2025). Corn in Brejo Paraibano: productive transformations and agricultural challenges from 2000 to 2023. *Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 14(3), 328–338. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2025v14i3.8203>
- Sistema IBGE de Recuperação Automática. (2025). *Produção Agrícola Municipal*. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>
- Silva, J. H. B., Dias, T. J., Santos, J. P. O., Silva, R. F., Andrade, F. H. A., & Silva, L. K. P. (2025). Analysis of annual fluctuation (2000–2022) in tomato production in Paraíba.

*Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, 16(1), 29–39.

<https://doi.org/10.31072/rcf.v16i1.1479>

Silva, K. O., Santana, J. A. V., Silva Júnior, J. J., & Castro, Y. O. (2022). Estimativa de evapotranspiração de referência (ETO) por diferentes fórmulas empíricas no município de Confresa-MT. *PesquisAgro*, 5(1), 03–13.

<https://doi.org/10.33912/pagro.v5i01.1100>

Souza Júnior, S. L., Pereira, D. D., Cartaxo, P. H. A., Araújo, J. R. E. S., & Santos, J. P. O. (2022). Inter-annual dynamics (2001–2020) of cashew crop in the municipality of Jacaraú, Paraíba. *Revista de Agricultura Neotropical*, 9(1), e6788.

<https://doi.org/10.32404/rean.v9i1.6788>

Toloi, M. N. V., Bonilla, S. H., Toloi, R. C., & Nääs, I. A. (2024). Potential for carbon sequestration in different biomes and CO<sub>2</sub> emissions in soybean crop. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 3331–3347. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02824-3>

Toloi, M. N. V., Bonilla, S. H., Toloi, R. C., Silva, H. R. O., & Nääs, I. A. (2021b). Development indicators and soybean production in Brazil. *Agriculture*, 11(11), e1164.

<https://doi.org/10.3390/agriculture11111164>

Toloi, R. C., Reis, J. G. M., Toloi, M. N. V., Vendrametto, O., & Cabral, J. A. S. P. (2021a). Applying analytic hierarchy process (AHP) to identify decision-making in soybean supply chains: a case of Mato Grosso production. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 60(2), e229595. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.229595>