

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Instituto de Ciências Agrárias - ICA

Gleister Benedito Viana Ferreira

DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM CONSÓRCIO COM A MACAÚBA

**Unai-MG
2024**

Gleister Benedito Viana Ferreira

DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM CONSÓRCIO COM A MACAÚBA

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Barbosa Evaristo

Unaí-MG
2024

Gleister Benedito Viana Ferreira

DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM CONSÓRCIO COM A MACAÚBA

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Anderson Barbosa Evaristo

Data de aprovação: 25/06/2024

Documento assinado digitalmente
 **ANDERSON BARBOSA EVARISTO**
Data: 11/07/2024 07:53:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Anderson Barbosa Evaristo
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Documento assinado digitalmente
 **RENATA OLIVEIRA BATISTA**
Data: 12/07/2024 11:34:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Renata Oliveira Batista
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Documento assinado digitalmente
 **SERGIO MACEDO SILVA**
Data: 12/07/2024 08:00:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Macedo Silva
Instituto de Ciências Agrárias - UFVJM

Unaí-MG
2024

AGRADECIMENTOS

Diante desta grande realização, primeiramente, agradeço a Deus, por me dar força, saúde e perseverança ao longo desta jornada acadêmica.

Agradeço imensamente aos meus pais, Keila Viana Ferreira e José Ferreira por seu amor incondicional, apoio emocional e por acreditarem em mim em todos os momentos. Vocês são minha inspiração e minha maior motivação para seguir em frente.

A minha irmã, Wenda Viana Ferreira, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo palavras de incentivo e compreensão, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao meu orientador, Anderson Barbosa Evaristo, minha eterna gratidão por sua orientação, paciência e disponibilidade em compartilhar seu conhecimento e experiência. Seu comprometimento e dedicação foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, e todo seu corpo docente e técnico, que ao longo da minha trajetória acadêmica contribuíram para o meu aprendizado e crescimento profissional. Cada ensinamento foi essencial para a construção deste TCC.

Ao grupo de pesquisa Agricultura no Cerrado - AgriCerrado, o qual tive muito orgulho em fazer parte, pela assistência e suporte técnico que proporcionaram um ambiente propício ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos, que tornaram essa caminhada mais leve e agradável, pelo companheirismo, trocas de ideias e por todos os momentos de descontração que ajudaram a aliviar o estresse e a ansiedade.

E, finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho. A todos, os meus mais sinceros agradecimentos.

RESUMO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são uma abordagem sustentável e eficiente que combina diferentes atividades agrícolas para otimizar o uso dos recursos naturais e aumentar a produtividade. Estes sistemas visam melhorar a rentabilidade das propriedades rurais, promover a sustentabilidade ambiental e diversificar a produção. Dentro deste contexto, o consórcio de culturas, como a soja (*Glycine max*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*), apresenta-se como uma estratégia promissora. Objetivou-se avaliar a interferência da macaúba em sua fase de crescimento inicial nos componentes de rendimento de grãos da soja. O experimento foi conduzido utilizando a cultivar de soja LG 60179, caracterizada por um hábito de crescimento indeterminado, resistência ao acamamento e ampla adaptação. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com oito tratamentos e quatro repetições em que cada tratamento é a distância entre as fileiras de soja com a fileira de plantas de macaúba. O experimento foi instalado no renque de fileiras duplas da macaúba, que contém 4 plantas por parcela, espaçadas por 4 metros entre plantas e 6 metros entre linhas. No estudo foram avaliadas altura de planta (AP); número de vagens (NV); número de grãos (NG); massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD). Os resultados mostraram que as plantas a 1,5 m de distância da macaúba apresentaram menor altura média comparadas às outras distâncias. A partir de 2 m de distância, as plantas apresentaram uniformidade na altura média, com uma média geral de 63,85 cm considerando todas as distâncias. A média geral de NV foi de 1.502,93, enquanto NG foi de 3.956,90. A MMG apresentou uniformidade entre as diferentes distâncias, com uma média geral de 120,49 g. A produtividade descontando a área da macaúba foi de 1776,63 kg.ha⁻¹. Com os resultados há evidências que, em geral, não há interferências negativas ou positivas da macaúba em sua fase inicial de desenvolvimento nos componentes de rendimento da soja.

Palavras-chave: Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, produtividade de grãos, *Glycine max*.

ABSTRACT

Integrated agricultural production systems (SIPA) are a sustainable and efficient approach that combines different agricultural activities to optimize the use of natural resources and increase productivity. These systems aim to improve the profitability of rural properties, promote environmental sustainability, and diversify production. Within this context, crop consortia, such as soybean (*Glycine max*) and macaúba palm (*Acrocomia aculeata*), present a promising strategy. The objective was to evaluate the interference of macaúba in its initial growth phase on the yield components of soybeans. The experiment was conducted using the soybean cultivar LG 60179, characterized by indeterminate growth habit, lodging resistance, and broad adaptation. The experimental design adopted was a randomized block design (RBD) with eight treatments and four replications, where each treatment represents the distance between soybean rows and the row of macaúba plants. The experiment was installed in the double-row hedgerow of macaúba, which contains 4 plants per plot, spaced 4 meters apart between plants and 6 meters between rows. The study evaluated plant height (PH), number of pods (NP), number of grains (NG), thousand-grain weight (TGW), and productivity (PROD). The results showed that plants at a distance of 1.5 meters from the macaúba had lower average height compared to other distances. From 2 meters distance onwards, the plants exhibited uniformity in average height, with an overall average of 63.85 cm across all distances. The overall average NP was 1,502.93, while NG was 3,956.90. TGW showed uniformity across different distances, with an overall average of 120.49 g. Productivity, excluding the area occupied by macaúba, was 1776.63 kg/ha. The results provide evidence that, in general, there are no negative or positive interferences of macaúba in its initial development phase on the yield components of soybeans.

Keywords: Integrated Agricultural Production Systems, Grain Productivity, *Glycine max*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Altura de plantas
DAS	Dias após semeadura
DBC	Delineamento de blocos casualizados
FESP	Fazenda Experimental Santa Paula
ILPF	Integração lavoura pecuária floresta
PROD	Produtividade
MMG	Massa de mil grãos
NG	Número de grãos
NV	Número de vagens
RAS	Regras para análise de sementes
SIPA	Sistema integrado de produção agropecuária
UAT-SIPA	Aprendizado Tecnológico em Sistema Integrado de Produção
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral	9
2.2 Objetivo específicos	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária	10
3.2 A Macaúba	11
3.3 A cultura da soja	12
3.4 Desafios dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Área experimental, material vegetal e tratamentos	15
4.2 Condução do experimento	17
4.3 Avaliações agronômicas	17
4.3.1 <i>Altura de planta (AP)</i>	17
4.3.2 <i>Número de vagens (NV)</i>	18
4.3.3 <i>Número de grãos (NG)</i>	18
4.3.4 <i>Massa de mil grãos (MMG)</i>	18
4.3.5 <i>Produtividade de grãos (PROD)</i>	18
4.3.6 <i>Colheita</i>	18
4.4 Análise estatística	19
5. RESULTADOS	20
6. DISCUSSÕES	24
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
8. REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) têm impulsionado a investigação de alternativas sustentáveis para a agricultura, destacando-se modelos de produção integrada como a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Esses sistemas integrados de produção visam intensificar atividades realizadas em uma mesma área com uso de consórcios, sucessão ou rotação e assim melhorar os atributos do solo, o uso de nutrientes e diminuir a pressão em abrir novas áreas. De acordo com Silva *et al.* (2015) e Buzzelo *et al.* (2015) as técnicas de integração são alternativas de cultivo inovadoras e com alto potencial para reparar danos causados ao solo, podendo recuperar os nutrientes do solo por meio do uso de cultivos consorciados (FRANÇA *et al.*, 2013).

A macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.], pertence à família Arecaceae, é uma palmeira oleífera, nativa das florestas tropicais e subtropicais da América Latina (TELES; ROSA; NAVES, 2012). No Brasil, é encontrada por todo o país, principalmente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (HENDERSON *et al.*, 1995). A macaúba destaca-se também pela alta produção de frutos, em torno de 62 kg.planta⁻¹ (MOTOIKE *et al.*, 2013), e pelos diversos coprodutos produzidos quando a finalidade é a extração de óleos. Devido ao alto potencial de seus frutos para produção de bioenergia e pela possibilidade de utilização em sistemas integrados lavoura-pecuária-floresta, a macaúba tem se mostrado uma cultura promissora do ponto de vista ecológico e principalmente socioeconômico.

O cultivo da soja (*Glycine max*) cresce consideravelmente em escala mundial, devido aos diversos usos do seu grão. Atualmente tem crescido constantemente o número de áreas cultivadas com soja no país sendo que na safra 2023/2024 a estimativa é de 45,1 milhões de hectares, 3,8% a mais do que na safra 2022/2023 (CONAB, 2024). O seu rendimento é diretamente dependente das condições ambientais adequadas à expressão das suas características genéticas, que são específicas para cada cultivar (FISS, 2015; CECATTO JÚNIOR, 2020). A extração e exportação de nutrientes da cultura da soja afeta as áreas de cultivo causando deficiências nutricionais no solo, exigindo manejo e técnicas de plantio equilibradas e sustentáveis para que os nutrientes do solo sejam recuperados, resultando na melhor produtividade da soja e culturas subsequentes (SILVA *et al.*, 2022). Observando o alto potencial produtivo que essa cultura possui e o seu grande espectro de utilização, é de suma importância estudos da soja em ambientes integrados.

O consórcio é um tipo de sistema de produção agrícola onde duas ou mais culturas crescem no mesmo ambiente visando usar de forma eficiente os recursos naturais (GONG *et al.*, 2015). A associação de espécies distintas pode promover efeitos sinérgicos ou antagônicos. O componente florestal pode contribuir para amenizar os efeitos climáticos em anos com clima atípico, reduzindo as oscilações na velocidade do vento, nas temperaturas do ar e do solo e umidade perto da superfície

do solo (AVELINO *et al.*, 2022). A disponibilidade hídrica, temperatura e a radiação solar são elementos fundamentais para a produtividade da cultura (SANTOS, 2021), entretanto o consórcio com espécies arbóreas proporciona sombreamento no sub-bosque, o que influencia nos parâmetros fisiológicos da planta cultivada nestes locais (CECATTO JÚNIOR, 2020). Nos sistemas de produção integrados a medida em que as espécies arbóreas vão crescendo, ocorre a redução da incidência de luz solar sob o sub-bosque causando sombreamento, o que pode interferir na produtividade primária da lavoura influenciando na produção de um sistema como um todo (OLIVEIRA *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2011). Portanto, estudos da macaúba em sistemas de produção integrados com a soja podem ser uma alternativa para aumentar a produção de forma sustentável, com melhor aproveitamento de áreas extensas propícias para implantação de culturas agrícolas e florestais. A hipótese deste estudo é que a macaúba na fase inicial de seu desenvolvimento pode afetar a produtividade de grãos de soja.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da macaúba nos componentes de rendimento de grãos da soja.

2.2 Objetivo específicos

Avaliar a produtividade da soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.

Avaliar a altura da planta de soja, número de vagens e número de grãos em plantas de soja em função da distância entre o cultivo da soja e da macaúba.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Os sistemas integrados de produção são inovações que vem como uma alternativa na produção agropecuária mundial, especialmente em um mundo onde práticas sustentáveis de produção passou a ser exigência internacional. Assim sendo, os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) emergiram como estratégia para a produção sustentável de alimentos, ao proporcionarem benefícios físicos, químicos e biológicos ao solo, especialmente importante em um cenário mundial onde quase 2 bilhões de hectares de terras encontram-se degradadas, segundo relatórios da Food and Agriculture Organization (FAO, 2020). Além de melhorar a biodiversidade do solo, os sistemas de integração possibilitam o aumento da renda do produtor, por diversificar os sistemas produtivos agrícolas, pecuários e florestais dentro da mesma área. Essa integração tende a trazer ganhos ambientais, sociais e econômicos para o produtor e para a sociedade de modo geral. Dentre os modelos de integração produtiva têm-se as diferentes configurações, tais como: integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), lavoura-floresta (ILF), lavoura-pecuária (ILP) (MORAES *et al.*, 2014).

A ILPF é uma estratégia de produção agropecuária que integra diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais dentro de uma mesma área. Podem ocorrer em cultivo consorciado, isto é, em rotação ou sucessão, de forma que haja interação entre os componentes, gerando benefícios mútuos. A ILPF pode ser adotada de diferentes formas, com inúmeras culturas e diversas espécies animais, adequando-se às características regionais, às condições climáticas, ao mercado local e ao perfil do produtor. Pode ser adotada por pequenos, médios e grandes produtores, em qualquer bioma brasileiro (CONCEIÇÃO, 2023). Kunrath *et al.* (2014) chama atenção para o fato de as percepções do mercado consumidor, tanto interno quanto externo, sinalizam para uma produção de alimentos mais sustentável, com menores impactos sobre o meio-ambiente. Nesse contexto, os sistemas integrados de produção demonstram capacidade de conciliar a questão de ganhos de produtividade e sustentabilidade exigidos na atualidade.

Outro ponto fundamental para a assimilação da tecnologia de sistemas integrados é que a pesquisa seja contínua, podendo, conseqüentemente, desenvolver novas formas de integração para as diferentes regiões do país, levando-se em consideração as aptidões/potencialidades de cada região. A macaúba (*Acrocomia aculeata*) surge como uma alternativa de grande potencial para este tipo de sistema de produção, destacando-se na produção de óleo e segundo Evaristo *et al.* (2018), a macaúba é superior às culturas como milho, girassol, mamona e pinhão-manso em termos de eficiência energética.

3.2 A Macaúba

A macaúba (*Acrocomia aculeata*) vem ganhando grande destaque devido ao seu grande potencial produtivo, podendo ser encontrada em diversas regiões. O cerrado é um dos biomas em que macaúba é amplamente encontrada, ocupa cerca de 24% do território nacional, sendo responsável por cerca de 5% da biodiversidade do planeta. A conservação da macaúba bem como a sua restauração é necessária devido a sua grande quantidade de frutos que têm alto potencial no mercado e propriedades funcionais interessantes (IMBRAM, 2014).

A macaúba apresenta potencial para diversos usos, mas destaca-se como fonte oleaginosa alternativa e matéria prima para produção de biocombustíveis devido ao seu potencial produtivo e qualidade do óleo (LOPES *et al.*, 2013; CÉSAR *et al.*, 2015). Com o avanço tecnológico e o melhoramento genético, a macaúba poderá ultrapassar culturas agroenergéticas tradicionais como cana-de-açúcar e dendê. De sua amêndoa é retirado um óleo fino que representa em torno de 15% do total de óleo da planta, rico em ácido láurico (44%) e oléico (26%), tendo potencial para utilizações nobres como na indústria alimentícia e de cosméticos (CALLEGARI *et al.*, 2014).

Dentre os produtos da macaúba destacamos o óleo que é utilizado para a produção de biocombustíveis e o endocarpo que protege a amêndoa que vem se destacando na cadeia produtiva da cultura. Esta estrutura do fruto apresenta poder calorífico maior do que o do eucalipto e, por isso, pode ser usado como carvão vegetal. Além disso, a macaúba é uma espécie promissora para geração de biocombustíveis sólidos através dos seus frutos, por possuir diversos resíduos com boas características e alto valor energético (EVARISTO *et al.*, 2016).

Outra vantagem da macaúba é que o porte ereto da planta permite a produção integrada com lavouras temporárias como mostra na (figura 1), nos primeiros anos após o plantio e com pastagens após o quarto ano. Dessa forma, seria possível otimizar o aproveitamento da propriedade rural produzindo óleo e carne e/ou leite no mesmo espaço. Além disso, a macaúba ainda pode ser usada para recompor áreas de reserva legal gerando renda para o produtor, com o manejo sustentável da área (VIVIAN *et al.*, 2012). Desse modo,, estudos da macaúba em sistemas de produção integrados pode ser uma alternativa para aumentar a produção de forma sustentável, com melhor aproveitamento de áreas extensas propícias para implantação de culturas agrícolas e florestais.

Figura 1: Vista área sobre o local onde estão instalados os Sistema Integrados de Produção Fileira Tripla (A), Sistema de Integrados Produção Fileira Dupla (B) e Sistemas de Monocultivo (C). ICA/UFVJM, Unai-MG.2023



3.3 A cultura da soja

A soja de nome científico *Glycine max* L. Merrill pertence à família Fabaceae, e de acordo com Bonato (1987) originou-se no leste da Ásia, na China. Apontada como a cultura mais antiga da história da sociedade, foi inserida no Brasil no ano de 1882 na Bahia sendo seu cultivo para fins agrícolas no ano de 1924. Após esse período, a soja foi levada para São Paulo e Rio Grande do Sul, locais onde as condições climáticas foram favoráveis para diferentes cultivares se adaptarem, favorecendo a expansão do seu cultivo (PEREIRA, 2002; FREITAS, 2011).

O Brasil é o principal produtor e exportador e terceiro maior no esmagamento da soja, um dos grãos mais cultivados no mundo. O farelo e o óleo provenientes do esmagamento do grão de soja apresentam alto valor agregado, sendo muito utilizados na alimentação humana e animal e para geração de biocombustíveis. Essas finalidades diversas da cultura resultam em crescente demanda e conseqüentemente no crescimento das áreas de cultivo em todo território agrícola (SALIB, 2018; TIBOLLA *et al.*, 2019; COELHO, 2021). No entanto, sua produtividade e qualidade depende das técnicas de manejo e condições ambientais adequadas (SALIB, 2018).

No decorrer dos anos foram desenvolvidas e aperfeiçoadas técnicas de manejo através da implantação de sistemas integrados de produção. No manejo da cultura da soja quando cultivada nos sistemas consorciados é necessário enfatizar as características de crescimento e desenvolvimento, para minimizar os efeitos negativos que este tipo de sistema pode proporcionar aos parâmetros de produtividade da cultura (SILVA, 2019). Ao ser consorciada com espécies arbóreas, a soja tem sua produtividade afetada sendo indispensável a seleção de cultivares superiores em ambiente de sombreamento evitando comprometer o rendimento de grãos e ainda contribuir com a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (EVARISTO & ASSUNÇÃO, 2017).

Existem fatores que interferem na produtividade e na qualidade da soja. Lopera, Lima e Vilarinho (2018) afirmam que a incidência de luz, temperatura e condições de solo são os principais fatores ambientais responsáveis pelo desenvolvimento e rendimento da soja. Outro fator relacionado

aos fatores climáticos para desenvolvimento e crescimento da cultura da soja é a radiação que interfere diretamente no processo fotossintético, na elongação da haste principal e ramificações, no prolongamento foliar e na fixação biológica (SANTOS *et al.*, 2017).

As plantas de soja quando submetidas à situação de restrição luminosa não atingem sua total expressão fenotípica. Esta condição de sombreamento diminui a quantidade e qualidade da radiação fotossinteticamente ativa que atinge as plantas. O funcionamento do aparato fotossintético da planta é prejudicado, uma vez que altera a quantidade e a qualidade da radiação fotossinteticamente ativa, acarretando possível redução na produção de fotoassimilados e afetando o crescimento e rendimento de grãos (CECATTO JÚNIOR, 2020).

A radiação solar é um fator ambiental de grande importância, pois fornece energia luminosa para a realização de fotossíntese pelos vegetais, contribuindo também para uma grande quantidade de processos fisiológicos da planta em estudo, a soja. Dessa forma, a intensidade da radiação, a duração e a qualidade do espectro luminoso são fundamentais para respostas morfológicas e fenotípicas importantes em soja, tais como indução ao florescimento, estatura da planta e desenvolvimento total da germinação à maturação (SEIXAS *et al.*, 2020).

3.4 Desafios dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

O cultivo em consórcio é uma das bases dos sistemas integrados de produção, garantindo que a característica morfológica e fisiológica de cada planta beneficie o sistema como um todo. O plantio consorciado é um sistema no qual duas ou mais espécies são plantadas em conjunto, permitindo uma interação biológica benéfica ou não para todas as espécies cultivadas (PINTO *et al.*, 2011). O consórcio permite otimizar o uso de recursos ambientais como nutrientes, água e radiação solar, mas a partir do momento em que plantas perenes vão crescendo, leva a alterações, como a diminuição da radiação solar no sub-bosque.

Um bom exemplo de alterações do microclima são os sistemas agroflorestais (SAF's) que são consórcios de espécies florestais com culturas anuais. Esses sistemas podem promover mudanças na dinâmica da radiação solar e sua transmissividade para o sub-bosque, podendo acarretar mudanças quantitativas e qualitativas no dossel de plantas, em relação à porcentagem da área coberta pela copa das árvores (CARON *et al.*, 2012). Portanto, estudos que avaliem o impacto do sombreamento pormenorizando os efeitos da restrição da radiação solar são importantes fontes de informações. Essas informações podem ser utilizadas em estudos que visem avaliar a redução do desenvolvimento de plantas nesses ambientes, onde não é possível isolar os efeitos da radiação solar, como em sistemas agroflorestais (PIVATTO *et al.*, 2014).

A soja é uma planta que necessita da radiação solar e quando cultivada em sistemas consorciados requer análise minuciosa, haja visto que o sombreamento em determinados casos pode refletir em menor produtividade da planta (CASAROLI *et al.*, 2007; BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2018). Em função disso, Fagan *et al.* (2020) aponta que as limitações de produtividade de cultivos são frequentemente associadas à duração e à interceptação da radiação solar.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental, material vegetal e tratamentos

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Aprendizado Tecnológico em Sistema Integrado de Produção (UAT-SIPA) visualizado na figura 2, localizado na Fazenda Experimental Santa Paula (FESP), pertencente a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) campus Unai/MG, situada nas coordenadas geográficas: Latitude 16° '6' 10."8" S e Longitude 46° '4' 2."8" O, com altitude média de 634 m. UAT-SIPA foi instalada em agosto de 2021, com o plantio da palmeira macaúba. Esta unidade foi implantada em delineamento em blocos casualizados (DBC) com 10 tratamentos, sendo os tratamentos as progênies de macaúba obtidas do banco ativo de germoplasma da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O experimento foi instalado no renque de fileiras duplas da macaúba, espaçadas por 4 metros entre plantas e 6 metros entre linhas e 15 metros entre renques. O solo predominante da UAT-SIPA é Cambissolo de textura argilosa segundo chave de classificação Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Figura 2: Vista aérea sobre a Unidade Aprendizado Tecnológico em Sistema Integrado de Produção (UAT-SIPA). ICA/UFVJM, Unai-MG.2023



No período da pesquisa as progênies de macaúba apresentaram uma altura de média de 264,3 cm, um diâmetro do estipe médio de 318,75 mm, a média do número de folhas são de 11 folhas e o diâmetro médio da copa faces norte/sul foi de 366,87 cm e a face leste/oeste de 353,75 cm.

O experimento foi realizado em condições de campo na safra 2023/2024. O cultivo foi realizado no sistema de sequeiro em semeadura direta.

A cultivar utilizada foi a LG 60179 que possui hábito de crescimento indeterminado com resistência ao acamamento e ampla adaptação. A população foi de 260 mil plantas por hectare e 13 sementes por metro. Os tratamentos foram atribuídos como a distância das fileiras de cultivo da soja em relação a fileira de plantas de macaúba, sendo 1,5 m, 2,0 m, 2,5 m, 3,0 m, 3,5 m, 4,0 m, 4,5 m e 5,0 m de distância das plantas de macaúba, (Figura 4). Cada parcela possui 8 linhas, cada uma com 8 m de comprimento, distantes 1,5 m da primeira linha de plantio em relação a linha da macaúba, até a oitava linha, com espaçamento de 0,5 m entre linhas de soja. Considerando todas as linhas como apresenta na (figura 3), temos um total de 5 m da linha de plantio da macaúba até a última linha de plantio da soja.

Figura 3: Croqui da área experimental

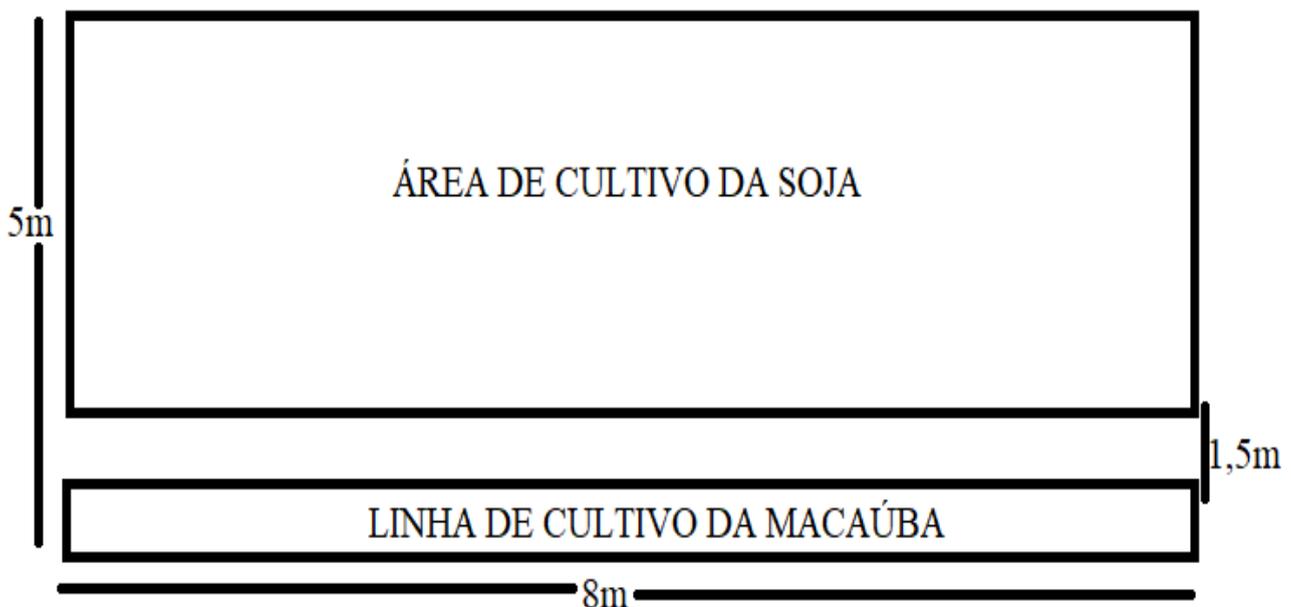


Figura 4: Distâncias em metros (m) das linhas de cultivo em relação à macaúba. (UAT-SIPA), Unaí-MG.2024



4.2 Condução do experimento

Os tratos culturais realizados durante o experimento na cultura da soja na safra 2023/2024 estão detalhados na tabela 1.

Tabela 1: Tratos culturais realizados na cultura da soja na safra 2023/2024

DATA DA APLICAÇÃO	TRATO CULTURAL	PRODUTO OU SUBSTÂNCIA	DOSE
23/10/2023	Adubação Pré-Plantio	Cloreto de Potássio	90 kg.ha ⁻¹
01/11/2023	Adubação Pré-Plantio	Ultra boro (17%)	7,5 kg.ha ⁻¹
	Aplicação Herbicida Pré-Plantio	Sumisoya (Flumioxazina)	0,13 L.ha ⁻¹
	Adubação de Plantio	Superfosfato Triplo	233 kg.ha ⁻¹
	Tratamento de Semente	Inoculante turfoso	180 g.ha ⁻¹
	Tratamento de Semente	Inoculante Azospirillum	100 ml.ha ⁻¹
	Plantio Semente Soja	LG 60179 IPRO	35 kg.ha ⁻¹
30 DAS	Aplicação Adjuvante	Fight	0,2 L.ha ⁻¹
	Aplicação Adjuvante	TA 35 Gold	0,09 L.ha ⁻¹
	Aplicação Inseticida	Sperto	0,25 L.ha ⁻¹
	Aplicação Herbicida	Select (Cletodim)	0,45 L.ha ⁻¹
	Adubação Foliar	Revigo Master	1,5 L.ha ⁻¹
38 DAS	Aplicação Fungicida	Azimut	0,5 L.ha ⁻¹
	Aplicação Adjuvante	TA 35 Gold	0,08 L.ha ⁻¹
	Aplicação de Bioinsumo	Stimulate	0,3 L.ha ⁻¹
	Adubação Foliar	Mn EDTA WP	0,4 L.ha ⁻¹
66 DAS	Aplicação Inseticida	Engeo Pleno	0,25 L.ha ⁻¹
	Aplicação Fungicida	Cronnos	2,5 L.ha ⁻¹
	Aplicação Adjuvante	Aureo (Oléo)	0,8 L.ha ⁻¹
	Adubação Foliar	KMEP ULT(15%K ₂ O +1,2 %N)	1,0 L.ha ⁻¹
72 DAS	Aplicação Biológico	Fly control (<i>Beauveria bassiana</i>)	0,5 L.ha ⁻¹
78 DAS	Aplicação Adjuvante	Aureo (Oléo)	0,3 L.ha ⁻¹
	Aplicação Inseticida	Sperto	0,3 Kg.ha ⁻¹
	Aplicação Inseticida	Blade (Piriproxifofen)	0,25 L.ha ⁻¹
86 DAS	Aplicação Inseticida	Sperto	0,3 Kg.ha ⁻¹
87 DAS	Aplicação Inseticida	Blade (Piriproxifofen)	0,25 L.ha ⁻¹
88 DAS	Aplicação Fungicida	Viovan	0,6 L.ha ⁻¹
112 DAS	Aplicação Herbicida Dessecante	Diquat	2,0 L.ha ⁻¹

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

4.3 Avaliações agronômicas

As avaliações agronômicas foram realizadas no estágio R7 sendo colhidas, a cada avaliação, quatro plantas de cada linha para os caracteres a seguir:

4.3.1 Altura de planta (AP)

A altura da planta (cm) foi medida com auxílio de uma fita métrica, do nível do solo até o ápice da planta no momento da colheita.

4.3.2 Número de vagens (NV)

Para determinar NV, coletamos quatro plantas ao acaso e quantificamos o número de vagens por planta e no momento da colheita foi realizado a contagem do número de plantas por metro quadrado. O NV foi determinado pela multiplicação do número de vagens por planta pela quantidade de plantas por metro quadrado.

4.3.3 Número de grãos (NG)

Para determinar o NG, coletamos quatro plantas ao acaso e quantificamos o número de grãos por vagem e no momento da colheita foi realizado a contagem do número de plantas por metro quadrado. O NG foi determinado pela multiplicação do número de plantas por metro quadrado pelo número de vagens por planta e o número de grãos por vagem.

4.3.4 Massa de mil grãos (MMG)

Para determinar a MMG foi realizada a contagem por meio do equipamento contador eletrônico de semente (ESC 2020, Sanick) e posteriormente a pesagem na balança analítica. Seguiu-se as normas da (RAS), Regras para Análise de Semente, na qual tomou-se a contagem de 100 grãos e posteriormente a pesagem, sendo realizadas 8 repetições. Após isso, é realizada a média dos pesos das 8 repetições de 100 grãos, o peso médio é multiplicado por 1000 e dividido pelo número de grãos, assim calculando a massa de mil grãos.

4.3.5 Produtividade de grãos (PROD)

A produtividade de grãos foi determinada a partir da colheita de cada linha em 5 metros. Após a trilha das vagens, os grãos foram pesados e determinados a umidade através de um medidor de umidade de grãos portátil (modelo G650i marca Gehaka®). A umidade dos grãos foi ajustada para 13% de umidade e a produtividade foi determinada em kg/ha, descontando a área de macaúba que é de 46% no renque de fileira dupla.

4.3.6 Colheita

A semeadura ocorreu em 01/11/2023 e aos 128 DAS (dias após a semeadura) foi feita a colheita da soja. A colheita foi realizada de forma manual. Foram colhidos os tratamentos em 5 metros em cada linha de plantio. Após a colheita, os feixes de soja foram secos em ambiente

protegido com circulação do ar e em seguida as vagens foram trilhadas em uma trilhadora estacionária SB-01C.

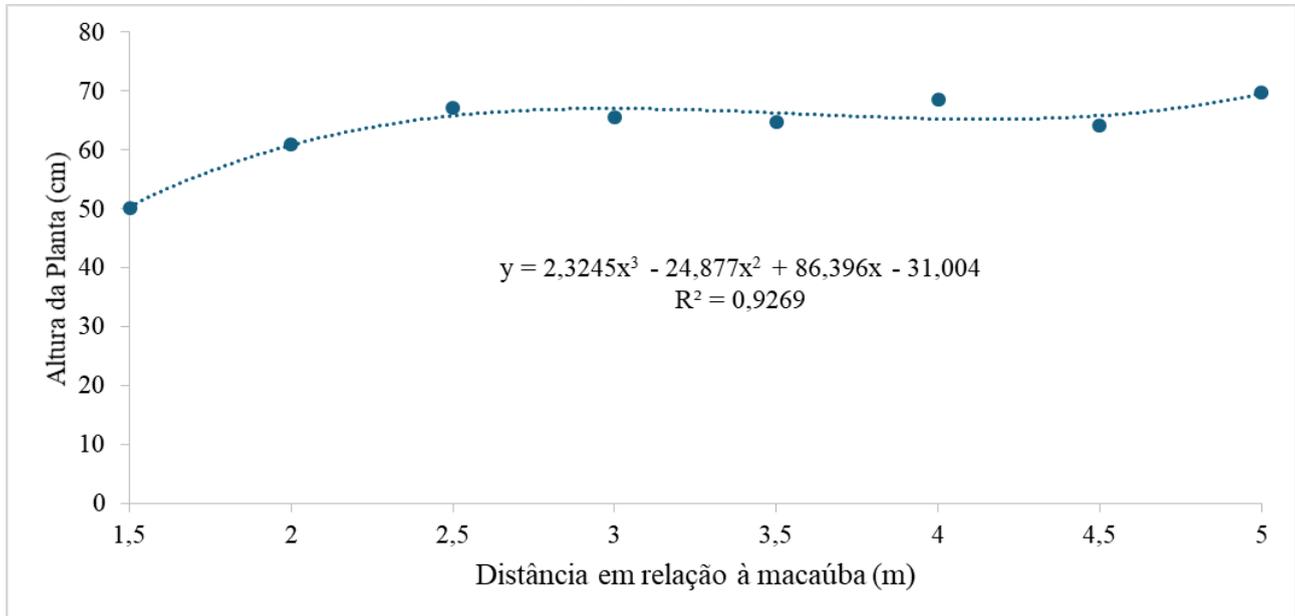
4.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos, Shapiro Wilk a 5% de significância, e ao teste de homogeneidade das variâncias, Bartlett a 5% de significância. Em seguida procedeu à análise de regressão. As análises foram realizadas no programa R (R core team 2022), no pacote Agro R. Os gráficos foram confeccionados no programa Excel.

5. RESULTADOS

A figura 5 apresenta os dados de altura da planta (AP) em diferentes distâncias em relação a macaúba.

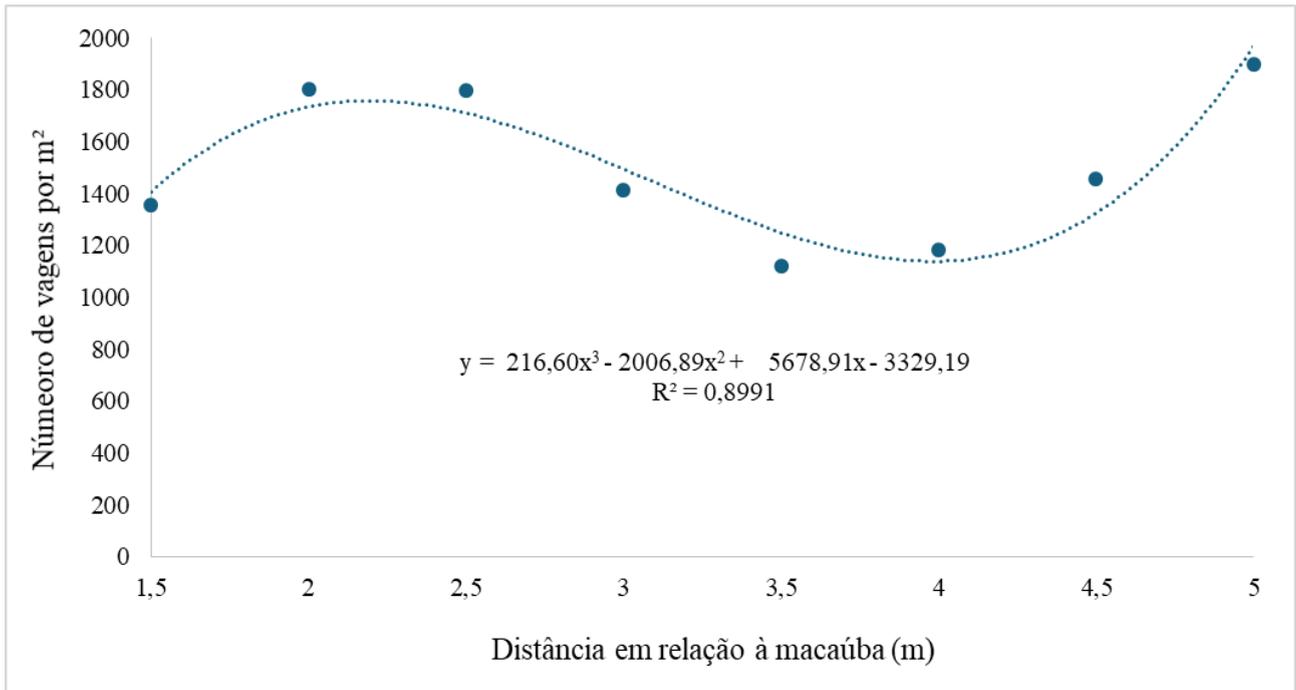
Figura 5. Valores médios na altura das plantas (AP) de soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.



Ao longo das distâncias dos renques da macaúba houve um acréscimo na altura das plantas, posteriormente uma redução na altura e novamente aumento da altura das plantas próximo a 5 m de distância dos renques de macaúba. As plantas de soja a 1,5 m de distância da macaúba apresentaram uma menor taxa de altura de planta (AP) média com 50,187 cm de altura. A 2 m de distância, as plantas de soja apresentaram uma média de crescimento de 61,062 cm, possuindo uma altura média maior que 1,5 m de distância. As plantas que apresentavam a uma distância de 2,5 m a 4,5 m, não apresentaram variações significativas, as plantas a 5 m de distância da fileira da macaúba apresentaram a maior altura média.

Os resultados obtidos para a variável número de vagens é apresentada na figura 6, na qual constatou-se alteração no NV em função da posição dessas plantas no sistema de integração de soja e macaúba. O comportamento do NV para as fileiras de soja ao longo das distanciamiento dos renques de macaúba obteve um comportamento semelhante à altura de plantas, no entanto, com maiores reduções no NV entre a faixa de 2 m a 4 m de distância dos renques das plantas de macaúba.

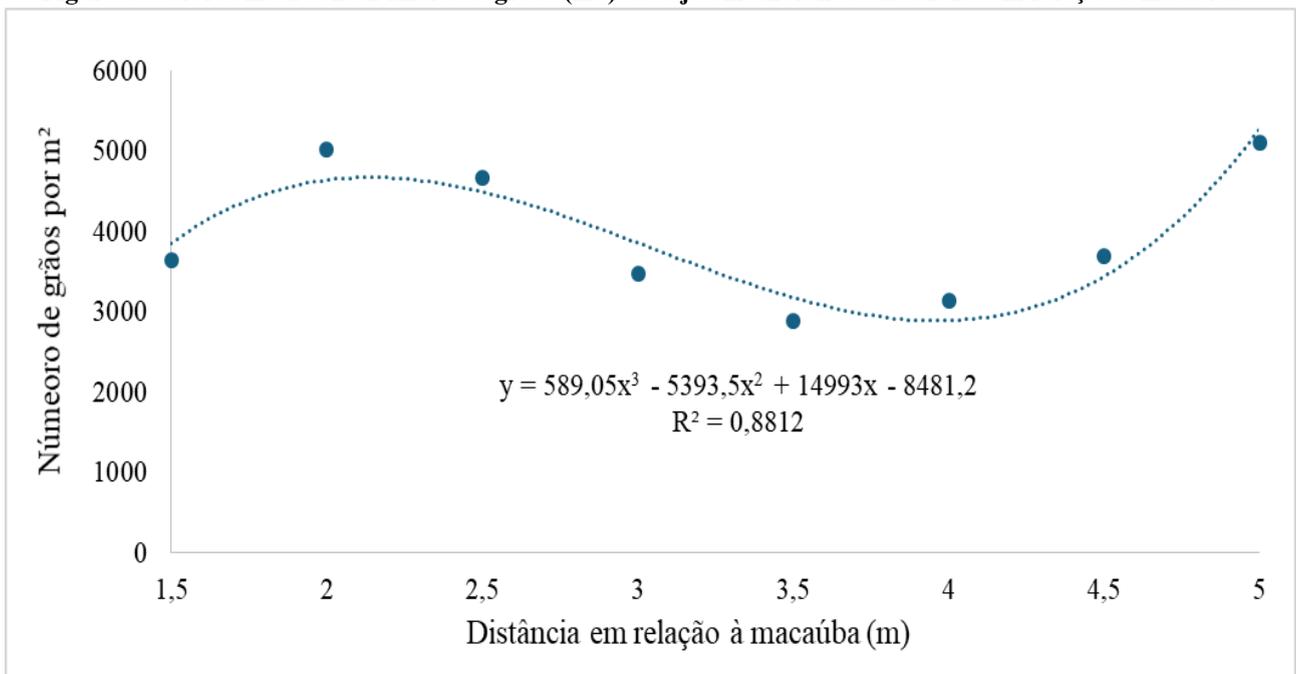
Figura 6. Valores médios no número de vagens (m⁻²) de soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.



Nas distâncias de 3,5 m e 4 m observamos que as plantas de soja apresentaram um menor NV em comparação com as outras linhas.

Os resultados obtidos para a variável número de grãos é apresentada na figura 7, na qual constatou-se alteração no NG em função da posição dessas plantas no sistema de integração de soja e macaúba.

Figura 7. Valores médios no número de grãos (m⁻²) de soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.

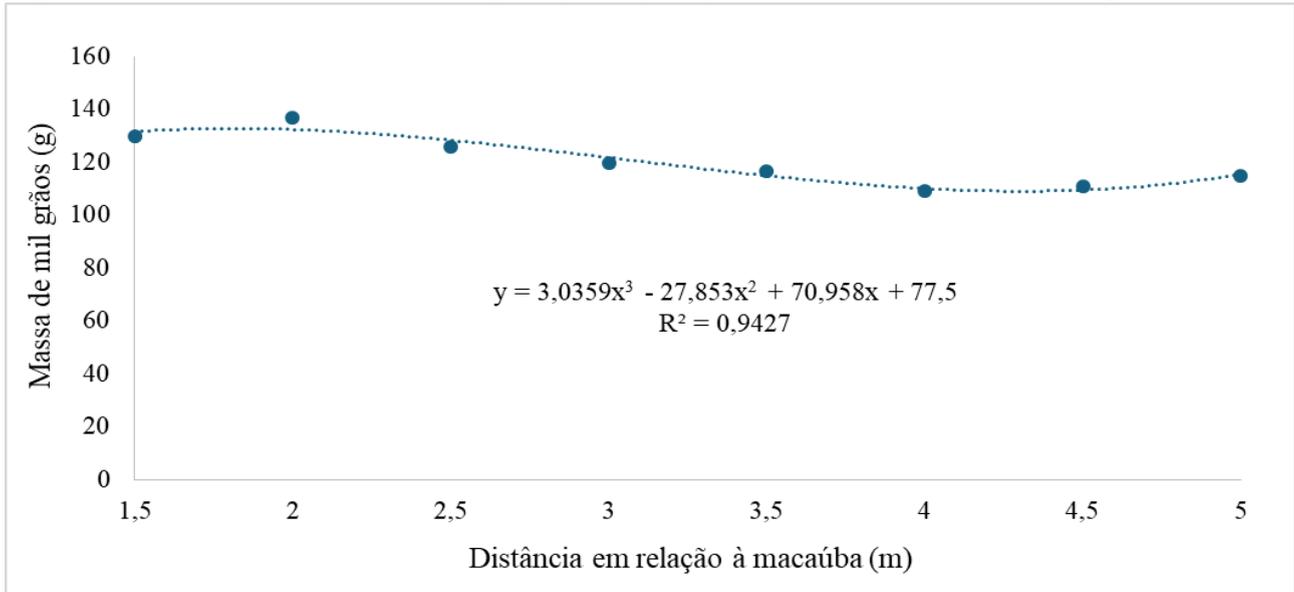


O NG na distância de 3,5 m da macaúba foi o menor, em comparação a outras distâncias, com média de 2.896,50 grãos.m⁻² As distâncias de 1,5 m, 3 m e 4,5 m não apresentaram diferenças

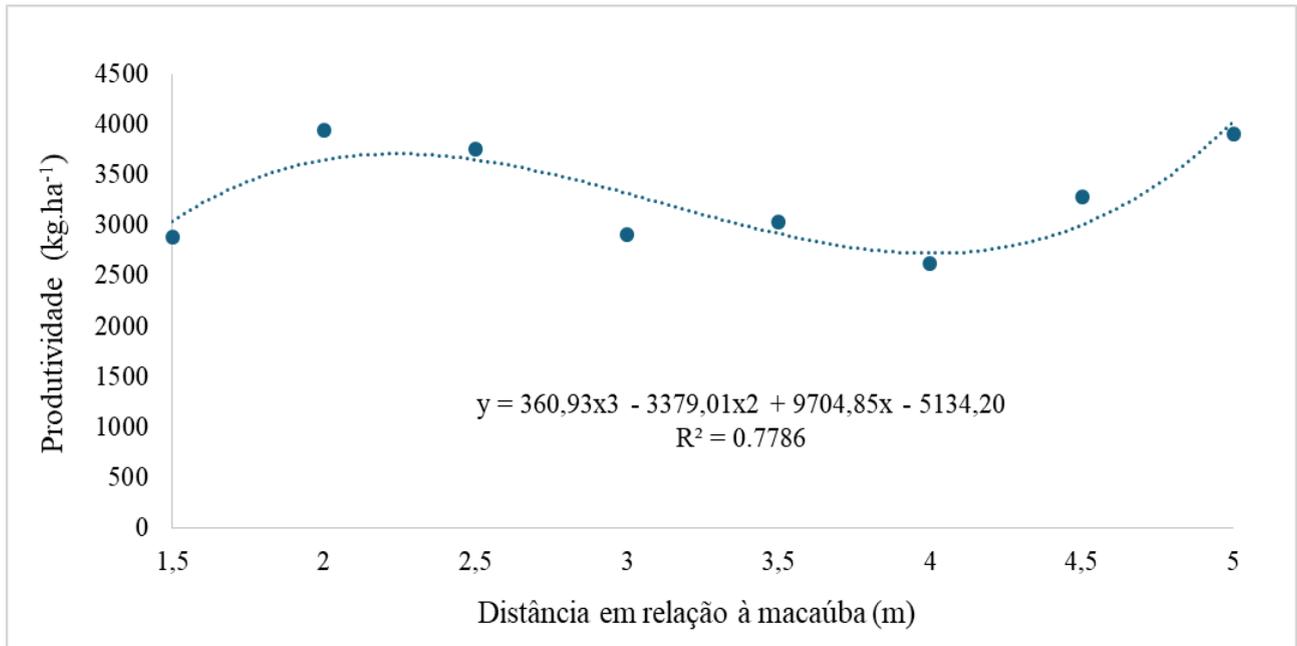
significativas. As distâncias de 2,5 m e 4 m se diferenciam das demais, alcançando 4.672,25 grãos.m⁻² e 3.146,75 grãos.m⁻², respectivamente.

Na figura 8 observamos os resultados dos valores médios da massa de mil grãos nas diferentes distâncias em relação a macaúba. A distância de 4 m apresentou a menor MMG, possuindo valor médio de 109,175 g. As distâncias de 1,5 m e 2,5 m apresentaram o mesmo desempenho. A distância que apresentou a maior MMG foi de 2 m com média de 136,625 g.

Figura 8. Valores médios na massa de mil grãos (MMG) de soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.



O valor médio da produtividade nas diferentes distâncias em relação à macaúba é apresentado na figura 9. Pode-se observar que constatou uma grande variação nessa característica considerando as distâncias em relação à macaúba. As distâncias de 2 m, 2,5 m, e 5 m apresentaram maior produtividade média em comparação com as outras distâncias, apresentando médias de 3.938,5 kg.ha⁻¹, 3.750,75 kg.ha⁻¹ e 3.898 kg.ha⁻¹, respectivamente. A produtividade média de todo o sistema foi de 3.290,06 kg.ha⁻¹ e, ao descontar a área da macaúba que é de 46% da área total, a produtividade foi de 1.776,63 kg.ha⁻¹.

Figura 9. Valores médios da produtividade (PROD) de soja em diferentes distâncias em relação à macaúba.

6. DISCUSSÃO

As menores médias dos caracteres altura das plantas, produtividade de grãos e componentes de rendimento (NG e NV) em plantas de soja posicionadas à 1,5 m de distância da macaúba, deve-se possivelmente à competição interespecífica por recursos do meio entre as plantas de macaúba e da soja.

As plantas que estão a partir de 2 m de distância apresentam uniformidade na altura média. Neste trabalho, plantas de soja apresentaram uma altura média de 63,85 cm contabilizando todas as distâncias. Silva *et al.* (2015) realizou um estudo sobre a produtividade da soja em sistemas integrados de produção agropecuária e observou-se uma altura média de plantas de soja de 61,25 cm. Essas informações sugerem que a altura da soja pode variar dependendo do sistema de produção, com sistemas integrados tendendo a ter menores alturas devido ao estresse hídrico causado por árvores ou outras culturas.

O NV e NG variou entre as diferentes distâncias das linhas de plantio da macaúba, porém não se identificou nenhuma explicação biológica para esse comportamento. Possivelmente pode ser explicado, onde o trator do pulverizador passou em cima da linha assim reduzindo o número de plantas na linha. A média encontrada somando todas as distâncias foi de 1.502,93 vagens.m⁻², Pereira *et al.* (2014) avaliou a produtividade da soja em diferentes posições, entre culturas integradas, e encontrou que o número de vagens variou entre 713 e 2.331,2 vagens.m⁻². Em sistemas integrados de produção o número de vagens por planta foi mais elevado em comparação com sistemas de monocultura (PERREIRA, 2014).

O cultivo consorciado com outras culturas, como o eucalipto, pode influenciar o número de grãos, por exemplo, Almeida *et al.* (2014) mostra que o cultivo consorciado pode contribuir para uma redução ou aumento na competição por água e nutrientes, o que pode influenciar o número de grãos.

A massa de mil grãos (MMG) apresentou uniformidade ao decorrer das distâncias, ou seja, não apresentando diferença entre as distâncias das linhas de plantio da macaúba, com média geral entre as linhas de 120,49 g. Botelho *et al.* (2018) realizou um estudo sobre a integração lavoura-floresta e observaram que a massa de mil grãos de soja não foi influenciada pelo sistema integrado, apresentando uma média geral de 180,77 g. França *et al.* (2018) efetuou um estudo sobre a produtividade da soja em diferentes níveis de consórcio e não encontrou diferenças significativas na massa de mil grãos de soja entre os sistemas isolados e consorciados.

A produtividade da soja no sistema integrado foi de 1.1776,63 kg.ha⁻¹. Essa produtividade se deve ao fato de que 46% da área é ocupada por plantas de macaúba, conforme projetado neste sistema de pesquisa. Nestes modelos de sistemas integrados, há diversos benefícios ambientais,

como a melhoria da qualidade e conservação das características produtivas do solo, além da otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes no solo. (ALVES; LAURA; DE ALMEIDA, 2015). Devido à diversificação de várias culturas na mesma área, há um aumento na renda líquida do produtor, garantindo estabilidade econômica.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, os objetivos propostos foram alcançados, evidenciando que em geral não há interferências negativas ou positivas da macaúba em sua fase inicial de desenvolvimento nos componentes de rendimentos analisados da soja. Este estudo contribuiu para a área de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), ao demonstrar que em cultivos de macaúba com 2,5 anos de implantação a partir de e a 2,0 m de distância do cultivo da soja com a macaúba, não há interferências significativas no rendimento de grãos e nos componentes de rendimento da soja.

Sugere-se que futuros estudos possam investigar a partir de qual momento de desenvolvimento da macaúba pode causar influências nos componentes de rendimentos da soja, ampliando assim o conhecimento nesta área.

8. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. et al. PRODUTIVIDADE DE SOJA EM DIFERENTES POSIÇÕES ENTRE RENQUES DE EUCALIPTO EM CULTIVO CONSORCIADO. *Colloquium Agrariae*, [s.l.], v. 10, n. 1, 9 jun. 2014. DOI 10.5747. Disponível em: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ana,+955+correcao+01_12_14+\(1\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ana,+955+correcao+01_12_14+(1)%20(2).pdf). Acesso em: 5 jun. 2024.
- ALVES, Fabiana Villa; LAURA, Valdemir Antônio; DE ALMEIDA, Roberto Giolo. SIPA. In: **sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. [S. l.: s. n.], 2015. ISBN 978-85-7035-420-4. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120048/1/Sistemas-Agroflorestais-livro-em-baixa.pdf>. Acesso em: 1 jul. 2024.
- AVELINO, N. R. *et al.* Shadowing of a bioenergetic species in soybean development: an analysis of the feasibility potential of this integration. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v. 45, n. 1, p. e57497, 22 nov. 2022.
- BARBOSA EVARISTO, Anderson et al. Simulation of macauba palm cultivation: an energy-balance and greenhousegas emissions analysis. *Macaúba*, [s. l.], 29 de maio de 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/17583004.2018.1463783?needAccess=true>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- BOTELHO, Silvia. *Colloquium Agrariae*. 2018. Resumo Expandido (Doutora em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Mato Grosso, [S. l.], 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185591/1/2018-cpamt-silvia-botelho-qualidade-grao-soja-cultivada-sistema-ilf.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2024.
- BUZZELLO, G. *et al.* Índices não paramétricos estimados pela combinação de diferentes caracteres com acumulação de biomassa como critério de avaliação da competição de cultivares de soja com e sem sombreamento. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 33, n. 3, p. 310–329, 2015.
- CALLEGARI, F. C.; CREN, E. C.; ANDRADE, M. H. C. Perspectivas da utilização dos óleos da macaúba (*Acrocomia aculeata* (jacq.) Lodd. Ex mart) no desenvolvimento de cosméticos. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA**, 20., 2014, Florianópolis. Florianópolis: ABEQ, 2014.
- CARON, B. O.; LAMEGO, F. P.; SOUZA, V. Q. D.; COSTA, E. C.; ELOY, E.; BEHLING, A.; TREVISAN, R. Interceptação da radiação luminosa pelo dossel de espécies florestais e sua relação com o manejo das plantas daninhas. *Ciência Rural*, v. 42, p.75-82, 2012. DOI: 10.1590/S0103-84782012000100013
- CECATTO JÚNIOR, R. **Trocas gasosas e características produtivas de plantas de soja em condições de encharcamento do solo e restrição luminosa**. Dissertação—Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2020.
- CÉSAR, A. S.; ALMEIDA, F. A.; SOUZA, R. P.; SILVA, G. C.; ATABANI, A. E. The prospects of using *Acrocomia aculeata* (macaúba) non-edible biodiesel feedstock in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 49, p. 1213-1220, 2015.

COELHO, J. D. **Soja**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n.187, set., 2021. (Caderno Setorial Etene). Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1116>. Acesso em: 06 abril. 2024.

CONAB. **Conab - Conab prevê novo recorde na produção de grãos em 312,4 milhões de toneladas na safra 2023/24**. Disponível em:

<<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5383-producao-de-graos-deve-chegar-a-299-8-milhoes-de-toneladas-influenciada-por-perdas-na-productividade-em-razao-dos-problemas-climaticos>>. Acesso em: 11 abr. 2024.

CONCEIÇÃO, Júnia Cristina. SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO: POTENCIAIS OPÇÕES PARA O BRASIL. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**, [s. l.], 12 jun. 2023. DOI ISSN 1415-4765. Disponível em:

https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/12095/1/TD_2886_web.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

EVARISTO, A.B; ASSUNÇÃO, P. M. *et al.* Crescimento e desenvolvimento de cultivares de soja em sistema integrado de cultivo. **VIII Congresso Brasileiro de Soja**, n. Minolta 509, p. 1–84, 2017

EVARISTO, Anderson Barbosa et al. Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. **Biomass and Bioenergy**, v. 85, p. 18-24, 2016.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953415301641>>. Acesso em: 19 abril. 2024

FISS, G. **Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade**. Orientador: Luis Osmar Braga Schuch. 2015. 48 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015. Disponível em: http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/bitstream/prefix/3359/1/tese_guilherme_fiss.pdf. Acesso em: 24 abril. 2024

FRANÇA, A. *et al.* **produtividade da soja em diferentes níveis de cobertura vegetal**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia.) - Universidade Federal da Grande Dourados, [S. l.], 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2778/1/AlexandreMilitaoFranca%20-%20MarceloLimaSilva.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2024.

FRANÇA, A. N. *et al.* Índice de produtividade da lavoura de soja consorciada com eucalipto em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: **SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10 ANOS DE PESQUISA**, 2013, Campo Grande. Anais. Campo Grande: SAF's : Embrapa Gado de Corte, 2013.

FREITAS, M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, v. 7, n. 12, 2011. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4287>. Acesso em: 04 abril. 2024.

GONG, W. Z. *et al.* Tolerance vs. avoidance: two strategies of soybean (*Glycine max*) seedlings in response to shade in intercropping. **Photosynthetica**, v. 53, n. 2, p. 259–268, 2015.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. Field guide to the palms of the Americas. New Jersey: Princeton University Press, 1995

IMBRAM - Instiuto Brasilia Ambiental. **Bioma Cerrado**, Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<https://www.ibram.df.gov.br/bioma-cerrado/>>. Acesso em: 23 abr. 2024.

KUNRATH, T. R. **Sistemas integrados de produção agropecuária: o papel da pastagem na solução do dilema produção versus conservação.** 2014. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LAPERA, C. A. I.; LIMA, M. W. de P.; VILARINHO, M. S. Ecofisiologia da Soja. In: DIAS, João Paulo Tadeu (Org.). **Ecofisiologia de culturas agrícolas.** Belo Horizonte: EdUEMG, 2018. p. 120132.

LOPES, D. C.; STEIDLE NETO, A. J.; MENDES, A. A.; PEREIRA, D. T. V. Economic feasibility of biodiesel production from Macauba in Brazil. **Energy Economics**, v. 40, p. 819-824, 2013.

MORAES, A. et al. Sistemas de integração lavourapecuária. In: REIS, R.A. et al., Eds. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros.** 1.ed. Jaboticabal, Gráfica Multipress, 2014. p.203-218.

MOTOIKE, Sérgio Yoshimitsu et al. **A cultura da macaúba: implantação e manejo de cultivos racionais.** Viçosa, MG: Editora UFV, il. 2013. 61 p.

OLIVEIRA, T. K. de; MACEDO, R. L. C. VENTURIN, N.; BOTELHO, S. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAGALHÃES, W. M. Radiação solar no sub-bosque de sistema agrossilvipastoril com eucalipto em diferentes arranjos estruturais. **Cerne**, v.13, n. 1, p. 40-50, 2007b.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M. CASTRO, C. R. T. ; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. C.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1176-1183, 2011

PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais.** 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Viçosa, 2002.

PEREIRA, H. *et al.* Rendimento de grãos e características agrônômicas de soja em função de sistemas de rotação de culturas. **Cnptia embrapa**, [s. l.], 2 jun. 2014. DOI 1678-4499.0136. Disponível em: <http://biblioteca.ufvjm.edu.br/pergamum/biblioteca/index.php>. Acesso em: 5 jun. 2024.

PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p.75-85, 2011.

PIVATTO, G.L.; ANDOLFI, P.F.; TINTORI, J.L.; MOREIRA, G.R. CUNHA, G. D. M. Efeito do sombreamento e métodos de amostragem dos frutos em café arábica cultivado sob estiagem prolongada, na região do Caparaó, Espírito Santo. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p.1434-1441, 2014.

SALIB, N. C. Respostas fisiológicas de soja à aplicação de caulim e carbonato de cálcio. p. 3–54, 2018.

SANTOS, A. C. *et al.* Fatores e técnicas de produção e sua influência na produtividade e qualidade da soja. **XI Encontro de Engenharia de Produção Industrial**, p. 8, 2017

SANTOS, M. S. dos. **Sombreamento reduz a produtividade da soja?** Equipe mais soja - 14 de outubro de 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/sombreamento-reduz-a-produtividade-da-soja/>. Acesso em: 16 abril. 2024.

SEIXAS, C. D. S. *et al.* Tecnologias de produção de soja. **Embrapa soja**, p. 1–348, 2020.

SILVA, Arystides *et al.* DESENVOLVIMENTO DA SOJA EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURAPECUÁRIA-FLORESTA. **Enciclopédia Biosfera**, [s. l.], 1 dez. 2015. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2015c/agrarias/desenvolvimento%20da%20soja.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2024.

SILVA, E. D. B. **Estimando a produtividade na cultura da soja**. PIONNER, 2019. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja>. Acesso em: 11 abril. 2024.

SILVA, F. *et al.* **Soja: do plantio à colheita**. São Paulo, SP: Oficina de textos, 2022.

TELES, Héria; ROSA, Juliano; NAVES, Ronaldo. AMBIENTES DE OCORRÊNCIA NATURAL DE MACAÚBA. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [s. l.], 8 fev. 2012. DOI 10.5216/pat.v41i4.11851. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/mBcwVWN47JSGbKZDQFTm9Lp/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 5 jun. 2024.

TIBOLLA, L. B. *et al.* Effect of artificial shading on soybean growth and yield. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 4, p. 1–7, 2019. Doi: <https://doi.org/10.5039/agraria.v14i4a6876>

VIVIAN *et al.* CHIES, Vivian *et al.* **Macaúba no mercado de bioenergia**. **Embrapa Cerrados**, [s. l.], 14 ago. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1481706/macauaba-no-mercado-de-bioenergia>. Acesso em: 23 abr. 2024.