

## Desempenho de cultivares de soja em terras de abertura de plantio e consolidada

Camila Freire Craveiro<sup>1\*</sup>, Rafael da Silva Pereira<sup>2</sup>, Josimar Batista Ferreira<sup>3</sup>, José Genivaldo do Vale Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente da Universidade Federal do Acre, Programa Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rio Branco, Acre, Brasil. <sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Rio Branco, Acre, Brasil. <sup>3</sup>Docente da Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Rio Branco, Acre, Brasil. \*[camila.freire@sou.ufac.br](mailto:camila.freire@sou.ufac.br)

Recebido em: 09/11/2023

Aceito em: 18/10/2024

Publicado em: 30/11/2024

DOI: <https://doi.org/10.29327/269504.6.2-5>

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de duas cultivares de soja em área de abertura e consolidada. O experimento foi conduzido na Fazenda São João no município de Senador Guiomard-Acre, no período de outubro de 2022 a fevereiro de 2023. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2x2x5, com cinco repetições. Os fatores corresponderam à duas áreas de cultivo (área consolidada e área de abertura de plantio) e duas cultivares de soja (M 8644 IPRO e BONUS 8579 RSF IPRO). Para as avaliações foi considerado o peso de grãos por planta, número de grãos por vagem, peso de grãos por vagem, peso de mil grãos, número de plantas em 20 m, número de plantas por metro, número de vagens por planta e rendimento de grãos. Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação área x cultivar para as variáveis de número de grãos por vagem e peso de mil grãos. O peso de grãos por vagem, peso de mil grãos, número de plantas em metro linear, número de plantas em 20 m e produtividade em sacas  $ha^{-1}$  foram influenciados significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas áreas e pelas cultivares, não sendo influenciados pela interação área x cultivar. A cultivar BONUS 8579 RSF IPRO obteve maior produtividade em área de abertura (73,43 sacas  $ha^{-1}$ ) e em área consolidada (108,8 sacas  $ha^{-1}$ ).

**Palavras-chave:** Produtividade. Integração-lavoura-pecuária. Sistema de plantio direto.

## Performance of soybean cultivars in open and consolidated planting lands

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of two soybean cultivars in open and consolidated areas. The experiment was conducted at Fazenda São João in the municipality of Senador Guiomard-Acre, from October 2022 to February 2023. The experimental design used was in randomized blocks (DBC), in a 2x2x5 factorial scheme, with five replications. The factors corresponded to two cultivation areas (consolidated area and planting opening area) and two soybean cultivars (M 8644 IPRO and BONUS 8579 RSF IPRO). For the evaluations, the weight of grains per plant, number of grains per pod, weight of grains per pod, weight of a thousand grains, number of plants in 20 m, number of plants per meter, number of pods per plant and grain yield were considered. There was a significant effect ( $p < 0.05$ ) of the area x cultivar interaction for the variables number of grains per pod and weight of one thousand grains. The weight of grains per pod, weight of a thousand grains, number of plants in linear meter, number of plants in 20 m and productivity in bags  $ha^{-1}$  were significantly influenced ( $p < 0.05$ ) by areas and cultivars, without being influenced by the area x cultivar interaction. The cultivar BONUS 8579 RSF IPRO obtained higher productivity in the opening area (73.43 bags  $ha^{-1}$ ) and in the consolidated area (108.8 bags  $ha^{-1}$ ).

**Keywords:** Productivity. Crop-livestock Integration. Direct planting system.

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) desempenha um papel de grande relevância na produção de grãos em âmbito nacional. Com produtividade no Brasil de 154,6 milhões de toneladas na safra 2022/23 (CONAB, 2022), o cultivo da soja requer o uso de várias técnicas de manejo para alcançar o seu máximo potencial produtivo.

Para isso, exercerá inevitavelmente, a necessidade de uma expansão abrangente nas práticas de manejo agrícola disponíveis para a cultura da soja. Isso inclui a adoção da utilização de sistemas conservacionistas (sistema de plantio direto, integração lavoura-pecuária, rotação de cultura, etc), inoculantes rizobianos (fixadores de nitrogênio e promotores de crescimento), escolha da melhor época de semeadura, e uso de cultivares melhoradas geneticamente (COSTA et al., 2019; VILELA et al., 2016).

A utilização de variedades aprimoradas e adaptadas às condições específicas de cada região tem se tornado uma prática rotineira tanto para pequenos quanto para grandes produtores agrícolas. Essa prática não se limita apenas à cultura da soja, mas abrange amplamente diversas espécies agrícolas de relevância agrônômica (CHIELDS et al., 2018). A adoção conjunta de cultivares e técnicas de cultivo eficientes para a soja oferece aos produtores a oportunidade de atingir o rendimento pleno da cultura, visando sempre o melhor retorno financeiro.

O sistema de plantio direto (SPD) já é técnica consolidada de cultivo para a soja, embora muitos fatores necessitem de ajustes. Dentre as dificuldades, destacam-se a mobilização reduzida do solo, maior incidência de pragas, maior umidade do solo dificultando o processo de germinação das sementes, compactação do solo devido a necessidade de grande aporte maquinário e aumento do uso de intensivos (LOURENÇANO et al., 2019).

A área de plantio de soja vem se expandindo desde 1990, através da conversão de pastagens degradadas em novas áreas de abertura (MULLER et al., 2003). Ao contrário das áreas virgens, aquelas que anteriormente eram ocupadas por pastagens são mais propensas a serem convertidas em áreas de cultivo devido ao impacto positivo da pastagem na nutrição do solo. Isso pode resultar em melhorias na fixação de nitrogênio, no acréscimo de matéria orgânica ao solo, na intensificação da ciclagem de nutrientes e na redução da erosão do solo (SOARES et al., 2020).

O solo constitui o principal componente relacionado à produção agropecuária. A ampla utilização de fertilizantes, frequentemente necessária em sistemas agrícolas intensivos de soja, está se tornando cada vez mais nocivo ao meio ambiente. Por este

motivo, a integração lavoura-pecuária (ILP) desempenha um papel de destaque por atender as necessidades de aumento da produção desenvolvendo sistemas menos intensivos ao uso de insumos e, por sua vez, mais sustentável.

A adoção da ILP pode ter um impacto significativo no aumento da disponibilidade de nutrientes, graças à preservação do solo (SINGH et al., 1991). Além disso, o sistema ILP pode contribuir no incremento da taxa de reciclagem de N, resultante da deposição de urina e fezes pelos animais de pastejo, criando um considerável estoque de nitrogênio no solo (BAUER et al., 1987). A redução da necessidade de agroquímicos em razão da quebra dos ciclos de pragas, doenças e plantas daninhas é outro benefício da ILP, contribuindo significativamente para redução do impacto ambiental (VILELA et al., 2012).

A conversão de áreas de pastagem degradadas em áreas de cultivo de soja, pode resultar na formação de uma nova pastagem forrageira de maior produtividade, contribuindo assim para o aumento da rentabilidade do produtor. Além disso, a utilização do plantio da soja para renovação da pastagem também pode contribuir na diminuição dos gastos com fertilizantes, já que ela em associação simbiótica com bactérias da família *Rhizobiaceae* são capazes de intensificar o processo natural da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (HANISC et al., 2017; HUNGRIA et al., 1994).

Alguns estudos com a utilização de cultivares em plantio direto já foram realizados em espécies agrícolas de importância comercial, como em milho (*Zea mays* L.) (RAMBO et al., 2023), feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (SALVADOR NETO et al., 2020), Feijão-Caupi (*Vigna unguiculata*) (DA SILVA et al., 2018), e trigo (*Triticum aestivum* L.) (LANZANOVA et al., 2023), assim como também, cultivares em sistema de integração-lavoura-pecuária (COSTA et al., 2015; SANDINI et al., 2011), entre outras espécies que tiveram resultados promissores com esses sistemas de produção. Porém, quando se relaciona os dois tipos de sistema e cultivares, as informações agronômicas são escassas para o Estado do Acre. Neste aspecto, torna-se vital que a pesquisa e a extensão desempenhem um papel fundamental na geração e divulgação de informações que garantam decisões precisas tanto para técnicos quanto para os produtores de soja.

No acre, até o presente, são poucos as informações agronômicas a respeito da capacidade de produção de cultivares de soja em diferentes sistemas de manejo. Este conhecimento é de fundamental importância para a elaboração de recomendações técnicas que atendam às necessidades da cultura. Desta forma, o objetivo deste trabalho

foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de soja em área de plantio consolidada e em área de abertura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda São João, situada no município de Senador Guimard, Acre, BR 317, Km 57 nas coordenadas (09° 50,9' S e 67° 26,4' W in datum WGS84, altitude 190m), durante os meses de outubro de 2021 a fevereiro de 2022 (Figura 1). O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com médias de temperatura de 25,4 °C, umidade relativa de 88,4% e precipitação de 752 mm (INMET, 2022).

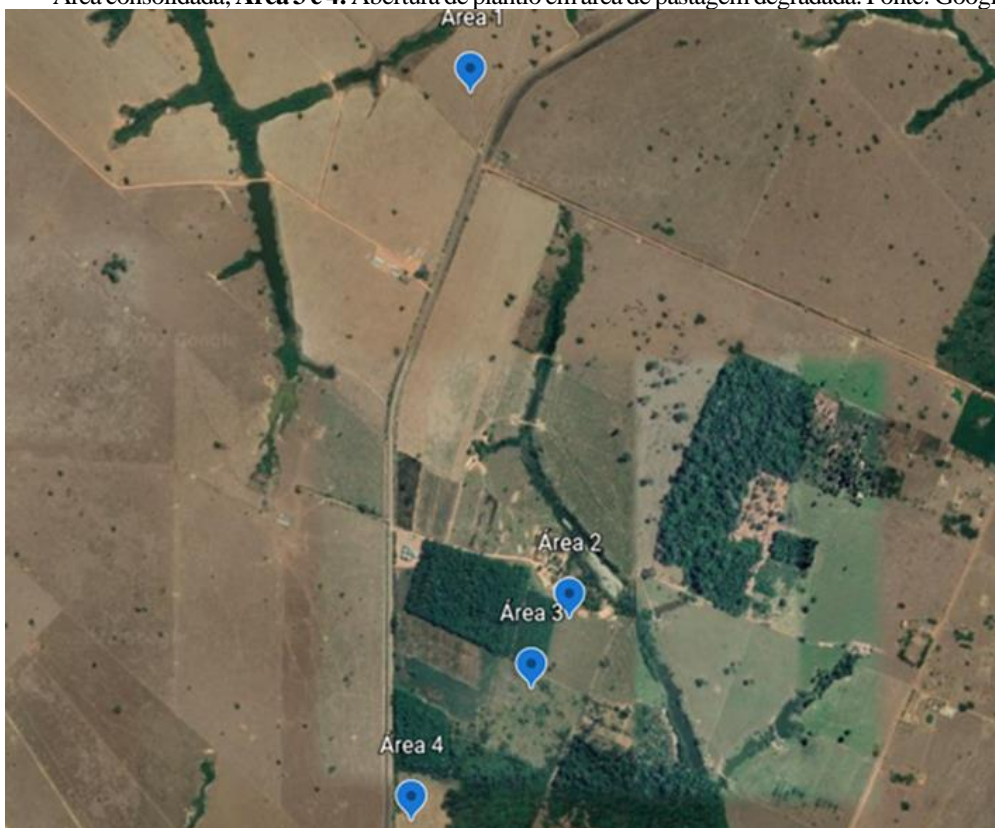
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2x2x5, com cinco repetições totalizando 100 unidades experimentais. Os fatores corresponderam à duas áreas de cultivo (área de plantio consolidada e área de abertura de plantio) e duas cultivares de soja (M 8644 IPRO e BONUS 8579 RSF IPRO), em sistema de plantio direto.

Na área consolidada observada na Figura 1 foi cultivado milho em sistema de plantio direto há mais de dez anos, sem o sistema de rotação de culturas. O solo predominante da área, de acordo com a classificação dos solos no município de Senador Guimard, Estado do Acre, é argissolo vermelho distrófico com textura média a argilosa (RODRIGUES et al., 2013).

Antes da instalação do experimento, foram realizadas amostragens do solo das áreas na camada de 0 a 0,2 m, cujo o resultado para a área de abertura foram: pH = 4,7; P = 2,52 mg.L<sup>-1</sup>; K = 123,5 mg.dm<sup>3</sup>; Ca = 1,24 cmol.dm<sup>3</sup>; Mg = 0,52 cmol.dm<sup>3</sup>; S = 134,0 mg.dm<sup>3</sup>; Al = 0,12 cmol.dm<sup>3</sup>; MO = 22,27 g.dm<sup>3</sup>; CTC = 6,2 cmol.dm<sup>3</sup>; V = 45,26.

Para a área de plantio consolidado o resultado dos atributos químico foram: pH = 5,4; P=10,4 mg.dm<sup>3</sup>; K = 45,3 mg.dm<sup>3</sup>; Ca = 1,30 cmol/dm<sup>3</sup>; Mg = 0,50 cmol.dm<sup>3</sup>; S = 1,92 cmol.dm<sup>3</sup>; CTC = 5,52 cmol.dm<sup>3</sup>; V = 38,78 %; MO = 20.6 g.dm<sup>3</sup>.

**Figura 1** - Vista área das áreas experimentais, Fazenda São João, Senador Guiomard-Acre (2021). **Área 1 e 2:** Área consolidada; **Área 3 e 4:** Abertura de plantio em área de pastagem degradada. Fonte: Google Earth.



Visando melhorar a condição de fertilidade do solo foi efetuada calagem e adubação de cobertura em ambas as áreas de cultivo (consolidada e abertura) com calcário dolomítico calcinado (PRNT = 100%), sendo aplicado  $2,5 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário. A adubação de cobertura foi realizada mediante a aplicação de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de fosfato monoâmico (MAP) e  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio (KCl).

Em cada bloco, foram consideradas parcelas constituídas de sete fileiras com 5 m de comprimento e espaçadas em 0,85 m. Entre plantas o espaçamento adotado foi de 0,20 m. A área total de cada parcela foi composta por 5 m de comprimento e 5 m de largura, totalizando  $20\text{m}^2$ . Para fins de avaliação considerou-se, no entanto, apenas a linha central, servindo as demais como segurança em relação ao efeito bordadura.

A condução do experimento ao longo do ciclo total da cultura procedeu-se de forma convencional, com aplicações de fungicidas e inseticidas para controle de doenças e pragas. Sendo realizadas três aplicações com o inseticida Neonicotinoide + Piretroide na dosagem de 50 ml para 20 litros d'água, foi realizada também duas aplicações com o fungicida Estrobilurina (Picoxistrobina) e Pirazol Carboxamida (Benzovindiflupir) na dosagem de 75 ml para 20 litros d'água.

As fontes rizobacterianas utilizadas foram inoculantes comerciais líquidos à base de *Azospirillum brasilense* Masterfix Gramíneas® (estirpes AbV5 e AbV6) dose de  $2 \times 10^8$  células viáveis por mL e *Bradyrhizobium japonicum* Masterfix® (SEMIA 5019 e 5079) dose de  $5 \times 10^9$  células viáveis por mL, conforme informações do fabricante.

Na fase de colheita, todas as plantas de uma linha de 20 m foram contabilizadas e coletadas em cada área experimental. Também foi feita a contagem do número de plantas por metro linear. A determinação do estande final de plantas foi mensurada em cada área amostral sendo os resultados expressos em número de plantas por hectare. Em seguida, as plantas foram expostas ao sol para redução de umidade e melhoria no processo de secagem, para ganho de otimização na debulha manual.

Após a secagem das plantas foi feita a contagem do número de vagens por planta e de grãos por vagem de forma manual, em seguida as vagens foram armazenadas em sacos de papel Kraft, com o objetivo de não ocorrer perda de umidade para o ambiente. O peso de grãos por planta, peso de grãos por vagem e peso de 1000 grãos foi mensurado com auxílio de uma balança digital.

O rendimento dos grãos em sacas por hectare foi obtido a partir da relação do estande final de plantas, número de vagens (NV), número de grãos por vagem (NGV) e o peso de mil grãos (PMG), conforme a equação abaixo:

$$\text{Rendimento} = \left( \frac{\text{Estande final} \times \text{NV} \times \text{NGV} \times \text{PMG}}{60000} \right) \div 1000$$

Os dados coletados foram submetidos a verificação de dados discrepantes (outliers) pelo teste de Grubbs (1969), de normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk (1965) e de homogeneidade das variâncias pelo teste de Cochran (1941). Posteriormente, efetuou-se análise de variância pelo teste F, constatando-se significância estatística, foram realizadas comparações de médias pelo teste de Tukey (1949) a 5% de probabilidade. Para determinar a influência das áreas de cultivos e das cultivares também foi realizada a análise multivariada utilizando os componentes principais e correlação múltipla das variáveis. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa de código aberto R.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) da interação área x cultivar para as variáveis de número de grãos por vagem e peso de mil grãos, indicando que os efeitos isolados dos fatores cultivares e área de plantio não explicam toda a variação encontrada nessas características. Assim foram realizados os desdobramentos (Tabelas 1 e 2). O peso de grãos por vagem, peso de mil grãos, número de plantas em metro linear, número de plantas em 20 m e produtividade em sacas  $ha^{-1}$  foram influenciados significativamente ( $p < 0,05$ ) pelas áreas e pelas cultivares, não sendo influenciados pela interação área x cultivar (Tabela 2). Para o número de vagens por planta e peso de grãos por planta só houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) para o fator áreas de cultivo (Tabela 2).

Verifica-se que as variáveis de densidade de plantas por hectare (número de plantas em 20 m e número de plantas por metro) apresentaram interação significativa para os fatores área e cultivares, indicando que a área de abertura de plantio na presença da cultivar BONUS 8579 RSF IPRO obteve resultados superiores em comparação com a área consolidada (Tabela 2).

Possivelmente, esse resultado pode ser atribuído a um melhor “arranque” inicial da cultura e, conseqüentemente, aumento na média destas variáveis proporcionado pelo rompimento da camada superficial compactada pelo tráfego animal, conforme já relatado por Nunes et al. (2014). Em contrapartida, Consalter et al. (2014) afirmam que o pastejo não é limitante ao desenvolvimento das culturas de verão e que os atributos físicos do solo em ILP não afetam o rendimento de grãos da soja. Vários fatores podem influenciar o estande final de plantas em uma lavoura, dentre estes fatores, destacam-se: o vigor e germinação das sementes, ataque de pragas e doenças na fase de estabelecimento da cultura e o manejo adotado na lavoura.

Foi observado que o maior número de vagens por planta é inversamente proporcional à densidade de plantio, de forma que a área de abertura em pastagem degradada apresentou o menor número de vagens por planta em uma população maior de plantas. Para Barbosa et al. (2023), o aumento de vagens por planta está relacionado ao fato de que uma menor densidade populacional de plantas proporciona um ambiente mais seletivo para o desenvolvimento de um maior número de ramificações por planta.

**Tabela 1** - Peso de grãos por planta (PGP), Peso de mil grãos por planta (PMG), número de vagens (NV), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV), número de plantas em 20m (NP<sub>20m</sub>), número de plantas por metro (NP) e rendimento em sacas/ha<sup>-1</sup> (R) das variedades de soja dentro da área consolidada e de abertura. Rio Branco, AC, 2023.

Var.	Áreas	NV	NGV	NP	NP <sub>20m</sub>	PGP	PMG	PGV	R
		un				g			sacas/ha
8579	Consolidada	87,92 a	1,82 b	8,3 b	166 b	35,1 a	229 a	0,41 b	108,8 a
IPRO	Abertura	52,12 b	2,13 a	10 a	206 a	19,3 b	175 b	0,37 a	73,43 b
8644	Consolidada	93,78 a	2,10 a	6,6 b	132 a	33,2 a	185 a	0,38 a	82,18 a
IPRO	Abertura	56,26 b	1,89 b	8,6 a	173 b	17,8 b	170 b	0,31 b	58,26 b

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância (graus de liberdade e quadrados médios) para os componentes de número de vagens por planta (NV), peso de grãos por planta (PGP), número de grãos por vagem (NGV), peso de grãos por vagem (PGV), peso de mil grãos (PMG), número de plantas em 20m lineares (NP<sub>20m</sub>), número de plantas em metro linear (NP) e rendimento em sacas ha<sup>-1</sup>.

FV	Quadrados médios					
	GL	NV	PGP	NGV	PGV	PMG
Área (A)	1	67197,7*	12214,8*	0,1076	0,162*	59512,5*
Cultivares (C)	1	1250,0	139,445	0,0128	0,082*	30012,5*
AxC	1	36,98	2,64	3,2563*	0,0060	19012,5*
Bloco	4	1392,21	166,730	0,0810	0,0031	0,0000
Erro	192	872,40	68,81	0,1970	0,0071	0,0000
CV (%)	40	30,73	31,43	22,32	22,45	22,00
Média		72,52	26,39	1,98	0,37	189,75

FV	Quadrados médios			
	GL	NP <sub>20m</sub>	NP	P
Área (A)	1	201,001*	80400,5*	4296,22*
Cultivares (C)	1	138,611*	55444,5*	2112,65*
AxC	1	0,011	4,500	1444,42
Bloco	4	12,795*	5118,0*	5991,67*
Erro	192	0,8008	320,354	748,287
CV (%)	40	10,56	10,56	33,98
Média			169,45	80,49

\*Significativo pelo teste F da anova, em nível de 5% de probabilidade de erro.

O maior número de vagens por planta foi observado no sistema consolidado, com destaque para as cultivares BONUS 8579 RSF IPRO e M 8644 IPRO. A cultivar M 8644 IPRO se destacou notavelmente em relação as demais, atingindo uma média de 93,78 vagens por planta (Tabela 1). Por apresentar um ciclo tardio, a cultivar M 8644 IPRO



apresenta um maior número de dias para o florescimento e maturação que resulta em maior acúmulo de matéria seca das plantas e, por conseguinte, maior número de vagens por planta.

Para Zambiazzi et al., (2017) o número de vagens é considerado um dos componentes de rendimento que impactam diretamente na produtividade, sendo influenciado pela altura da planta e aumento de teores de P em solo. O número de vagens por planta está intimamente associado ao porte da planta. Geralmente, as cultivares que possuem uma tendência a ramificar-se mais apresentam um desempenho superior nessa variável, em contraste com aquelas variedades de porte mais ereto. No entanto, esse último grupo pode ser compensado pelo aumento da densidade de plantas por hectare.

O número de vagens elevado em sistema consolidado pode ser explicado, devido à baixa população de plantas, aliado ao alto potencial de ramificação das cultivares, favorecendo a emissão de um maior número de ramos laterais, e consequentemente obtendo um maior número de vagens. Em sistema de abertura ambas as cultivares apresentaram número menor de vagens por planta, isso provavelmente ocorreu devido a maior competição entre plantas em densidade elevada na área de abertura.

Por outro lado, na área de abertura, a cultivar BONUS 8579 RSF IPRO apresentou um número significativamente maior de grãos por vagem, com uma média de 2,1 grãos. O número de grãos por vagem é determinado pelo fator genético, contudo influenciado pelo ambiente em deficiência hídrica severa, assim preconiza-se por cultivares que consigam formar ao menos três grãos por vagem, ou seja, viabilidade de três óvulos por vagem.

Entre as cultivares avaliadas a BONUS 8579 RSF IPRO em área de abertura de plantio teve população mínima de plantas acima do esperado pelo fabricante. No experimento o estande final de plantas para a cultivar Bônus em área de abertura foi de 288 mil plantas por hectare, e a população mínima indicada segundo o fabricante é de 220 mil plantas por hectares. Em área consolidada a cultivar BONUS 8579 RSF IPRO obteve população de plantas abaixo do esperado com média de 184 mil plantas por hectare. A cultivar Bônus apresenta como uma das suas principais características o engalhamento, ou seja, ela tem a capacidade de compensar a baixa densidade de plantas emitindo maior número de ramos laterais, resultando em um maior número de vagens.

Para o peso de mil grãos (Tabela 1) a área consolidada na presença da cultivar BONUS 8579 RSF IPRO, obteve média de 229 g resultado acima do esperado pelo fabricante que é de

190 g. Em geral, pode-se inferir que dependendo do espaçamento e da alta densidade entre plantas há uma redução da distribuição de incidência de radiação solar em boa parte da área, prejudicando o acúmulo de biomassa e o enchimento dos grãos (BALBINOT JÚNIOR et al., 2018). Para a área de abertura a variável obteve valores abaixo do esperado pelo fabricante, podendo ter sido influenciada pela fertilidade do solo na área e pela alta densidade de plantas.

Foram evidenciadas diferenças comportamentais em atributos produtivos da cultura da soja quando submetidas a diferentes sistemas de produção e cultivares. Isso se deve principalmente a capacidade adaptativa da cultura e das cultivares utilizadas, comprovando ser possível a sua implementação em diferentes sistemas de produção, desde o sistema convencional ao sistema de integração-lavoura-pecuária (ILP).

Observou-se um aumento significativo no rendimento de grãos na área consolidada na presença da cultivar BONUS 8579 RSF IPRO obtendo uma média de 108,8 sacas ha<sup>-1</sup> (6.480 kg ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, a cultivar M 8644 IPRO, na mesma área apresentou valores de rendimento de 82,18 sacas ha<sup>-1</sup> (4.927 kg ha<sup>-1</sup>), demonstrando que as condições de cultivo foram ideais para a cultura, além de serem representativas nas situações reais do Estado do Acre.

O rendimento de grãos na área de abertura também apresentou valores relevantes em produção de sacas por hectare, resultando em 73,43 sacas ha<sup>-1</sup> (4.405 kg ha<sup>-1</sup>) em associação com a cultivar BONUS 8579 RSF IPRO. Para a cultivar M 8644 IPRO em área de abertura o rendimento foi de 58,26 sacas ha<sup>-1</sup> (3.945 kg ha<sup>-1</sup>). Destaca-se que na safra agrícola 2022/2023, o Estado do Acre obteve uma produtividade média de 3.656 kg ha<sup>-1</sup> resultado do reflexo da combinação do ganho de área e da produtividade das lavouras (CONAB, 2022).

O menor rendimento em área de abertura pode ser explicado pelo fato de que nos primeiros anos de cultivo em pastagens degradadas, os atributos físicos do solo e sua alta fertilidade ainda não estão disponíveis para implementação da cultura. Pode-se inferir que em ILP o maior conteúdo de matéria orgânica na camada superficial do solo apenas estará disponível nos próximos anos de plantio com a introdução de espécies forrageiras no sistema que irão acumular mais biomassa vegetal quando comparadas com apenas os resíduos de gramíneas e culturas agrícolas em SPD (LOSS et al., 2011).

Franchini et al., (2010) em um estudo sobre a qualidade física do solo após um ano de ILP, verificaram que o uso de forrageiras tropicais (*Urochloa* sp.) em ILP melhorou a qualidade física do solo, proporcionando, a eliminação de camadas compactadas que se formaram devido à utilização contínua de maquinários agrícolas no solo.

O sistema de ILP tem grande potencial de uso agrícola quando associado às adubações realizadas nas culturas implantadas no sistema. O uso de leguminosas, gramíneas e forrageiras juntamente com os dejetos animais deixados aleatoriamente na superfície do solo, apresentam impacto diretamente no aumento da fertilidade do solo, reduzindo a acidez e aumentando os teores de macronutrientes (Ca, Mg, N, P, K) em comparação ao SPD (SOUZA et al., 2009).

Para atender a demanda nacional de soja e com a expansão do seu cultivo no Estado do Acre, cresceu também a demanda por variedades de soja que sejam adaptadas às condições edafoclimáticas de diferentes sistemas de plantio adotados na região. O potencial produtivo depende diretamente das avaliações de desenvolvimento das culturas em amplas localidades a fim de determinar o local ideal de plantio para cada variedade, época de plantio, população de plantas e fertilidade do solo (BOTELHO et al., 2015).

A partir dos resultados obtidos observa-se potencial produtivo de ambas cultivares sob diferentes áreas de plantio, a produtividade média em área consolidada e de abertura com as cultivares BONUS 8579 RSF IPRO e M 8644 IPRO foi de valores superiores (Tabela 1) a média nacional ( $4.086 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e a estadual ( $3.500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) (Conab, 2022).

Atualmente existe uma ampla disponibilidade de variedades disponíveis ao produtor. No estado do Acre, a cultura da soja tem sido amplamente cultivada no sudeste acreano (Municípios de Senador Guiomard Santos, Plácido de Castro, Capixaba, Rio Branco, Porto Acre, Xapuri e Epitaciolândia), no entanto, informações precisas sobre as melhores práticas de manejo e as variedades recomendadas ainda são escassas.

Souza et al., (2010) afirmam que é fundamental a avaliação de cultivares de soja sob diferentes sistemas de cultivo para compreender melhor o seu comportamento em determinadas regiões. A recomendação deve ser efetuada após a realização de ensaios com o maior número de cultivares, o que permitirá uma seleção mais precisa daquelas que apresentam adaptação às condições edafoclimáticas, mostrando assim potencial para utilização.

### ***Matriz de correlação e análise de PCA***

Quando os dados foram correlacionados para verificação de associação entre as variáveis, observou-se correlação significativa ( $P < 0,05$ ) das variáveis estudadas, com correlações positivas e correlações fracas (Figura 1). Ao comparar os resultados das correlações das variáveis entre si, peso de mil grãos (PMG), número de vagens (NV), peso de grão por planta (PGP), número de vagens por hectare (NVH), produtividade (P), número de

plantas em 20 m lineares ( $NP_{20m}$ ), número de plantas em metro (NP) foram observadas correlações fortes e positivas. A correlação da variável número de grãos por vagem (NGV) com as demais variáveis avaliadas foi fraca ou a mesma não apresentou correlação. Resultado esperado, observado que a variável de número de grãos por vagem é um geneticamente pré-definido, apresentando pouca alteração em diferentes sistemas de plantio e manejo (NAVARRO JUNIOR; COSTA, 2002).

A variável peso de mil grãos apresentou alta correlação com o peso de grãos por planta, número de vagens, peso de grãos por vagem e produtividade (Figura 2). Isto evidencia uma provável melhoria na eficiência fonte/dreno, ou seja, uma melhora na conversão da biomassa da parte aérea e grãos.

O peso de grão por vagem obteve correlação alta positiva com o número de grãos por vagem (Figura 2). Assim, inclui-se que a massa de grãos por vagem tende a ser maior quando há um maior número de grãos por vagem. Essa capacidade fisiológica de acumular fotoassimilados desempenha um papel fundamental na produtividade de soja, pois o aumento no peso dos grãos por planta está diretamente associado à maximização da produtividade, como demonstrado por Perini et al., (2012).

A correlação entre as variáveis de densidade de plantas (NP e  $NP_{20m}$ ) e número de vagens por planta é negativa (Figura 2), sendo que conforme diminui o número de plantas por metro quadrado aumenta o número de vagens por planta. Sob baixa densidade de plantas essa correlação é mais forte, isso se dá pela plasticidade que as plantas de soja apresentam, onde em baixa densidade, tendem utilizar um mecanismo de compensação com a emissão de maior número de ramos secundários e conseqüentemente maior número de legumes, aumentando o número de legumes por planta (NOGUEIRA et al., 2012).

**Figura 2** - Análise de entre as variáveis estudadas para desempenho da soja. Correlações positivas e negativas são exibidas em verde e laranja, a intensidade da cor é proporcional ao coeficiente de correlação. Peso de mil grãos - PMG, número de vagens - NV, peso de grão por planta - PGP, número de vagens por hectare - NVH, produtividade - P, número de plantas em 20 m lineares- NP<sub>20m</sub>, número de plantas por metro- NP<sub>m</sub>, número de grãos por vagem – NGV.



Para número de vagens foi verificada correlação positiva com peso de grãos por planta e com a produtividade (Figura 2). Podemos observar que o número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para a produtividade de soja, uma vez que apresenta altas correlações, demonstrando o potencial de seleção indireta para produtividade de grãos pelo número de vagens por planta.

Os valores obtidos indicam que houve associação positiva para número de vagens por planta e produtividade (Figura 2). Esses resultados de correlação assemelham aos obtidos por (NOGUEIRA et al., 2012). Os autores ao avaliar cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, obtiveram correlação altas e positivas entre a produtividade dos grãos e o número de legumes por plantas. As altas correlações podem ser explicadas devido a ligação ou pleiotropismo presentes nos genes das cultivares, podendo influenciar na expressão de uma ou mais características.

A baixa correlação entre número de grãos por vagem e peso de mil grãos pode ser respondida devido aos efeitos negativos de número de vagens por planta também encontrada em estudo de Santos et al., (1995).

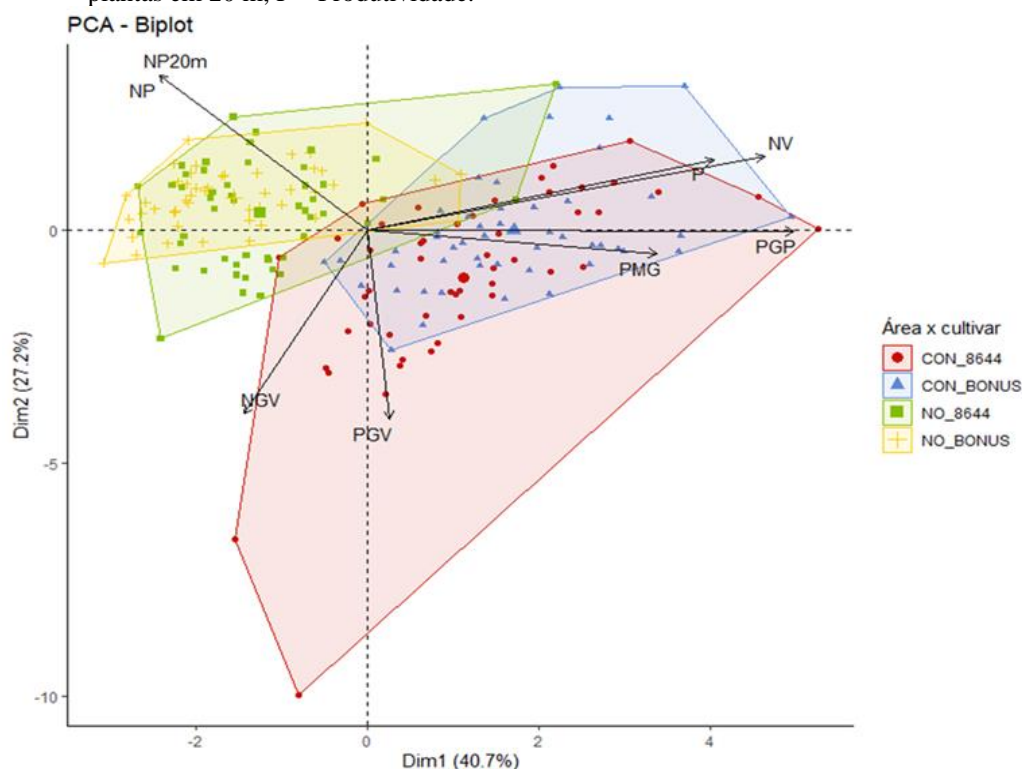
Coeficientes de correlação igual a zero foram verificados entre os caracteres produtividade com peso de grão por vagem, número de grão por vagem, número de plantas em metro e número de plantas em 20 m. Também foi verificada correlação nula entre número de grãos por vagem com peso de grãos por planta, número de plantas por metro e número de plantas em 20 m (Figura 2). Quando coeficientes de correlação se apresentam como nulos não necessariamente se aplica a falta de correlação, apenas expressa a ausência de relação linear entre eles (CRUZ et al., 2004).

A Figura 3 ordena biplotação da modelagem de saída de análise de componentes principais (PCA). Os dois primeiros componentes principais atingiram 67,9 % da variação total sobre as cultivares em área de abertura e consolidada, onde Dm\_1 representam 40,7 % e Dm\_2 27,2 % da variância dos dados. Isso permitiu que a variabilidade dos dados e possíveis associações entre as variáveis fossem descritas em dois eixos principais. Logo, as características que apresentaram forte associação com Dm\_1 e Dm\_2 podem explicar a resposta da soja em diferentes áreas de plantio na presença das cultivares.

As variáveis PMG, NV, PGP, PGV, NGV e P apresentaram contribuições semelhantes ao Dm\_1. Essas variáveis estiveram fortemente associadas em área consolidada na presença das cultivares BONUS 8579 RSF IPRO e M 8644 IPRO, contribuindo para valores mais elevados. Analisando Dm\_2, é possível observar pouca contribuição na análise. As variáveis de densidade de plantas (NP e NP<sub>20m</sub>) apresentaram as maiores contribuições em Dm\_2, observamos uma tendência dos vetores de NP e NP<sub>20m</sub> separados dos eixos de área consolidada.

Ao se comparar o comportamento das variáveis de rendimento e desempenho da soja em diferentes áreas e cultivares, é notório observar que a área consolidada na presença de ambas cultivares influenciaram na maioria dos parâmetros avaliados, visto que os pontos estão distribuídos no eixo Dm\_1 (Figura 3), sendo possível distinguir um padrão claro do comportamento desses caracteres em área consolidada

**Figura 3** - Análise de componentes principais das variáveis associadas a área de abertura e área consolidada com as cultivares BONUS 8579 RSF IPRO e M 8644 IPRO no cultivo de Soja. NV-Número de vagens, PGP-Peso de grãos por planta, PGV-Peso de grãos por vagem, NGV- Número de grãos por vagem, PMG-Peso de mil grãos, NP-Número de plantas por metro, NP<sub>20m</sub> - Número de plantas em 20 m, P – Produtividade.



Ao

As variáveis PMG, NV, PGP, PGV, NGV e P apresentaram contribuições semelhantes ao Dm<sub>1</sub>. Essas variáveis estiveram fortemente associadas em área consolidada na presença das cultivares BONUS 8579 RSF IPRO e M 8644 IPRO, contribuindo para valores mais elevados. Analisando Dm<sub>2</sub>, é possível observar pouca contribuição na análise. As variáveis de densidade de plantas (NP e NP<sub>20m</sub>) apresentaram as maiores contribuições em Dm<sub>2</sub>, observamos uma tendência dos vetores de NP e NP<sub>20m</sub> separados dos eixos de área consolidada.

Ao se comparar o comportamento das variáveis de rendimento e desempenho da soja em diferentes áreas e cultivares, é notório observar que a área consolidada na presença de ambas cultivares influenciaram na maioria dos parâmetros avaliados, visto que os pontos estão distribuídos no eixo Dm<sub>1</sub> (Figura 3), sendo possível distinguir um padrão claro do comportamento desses caracteres em área consolidada.

O maior desempenho da soja em área consolidada com plantio direto, pode ser atribuído a maior porosidade do solo que permitiu as plantas uma maior disponibilidade de nutrientes solúveis em camadas mais profundas (GIOVANETTI et al., 2019). Além

disso, é possível enfatizar a capacidade adaptativa da cultura e das cultivares utilizadas, comprovando a possibilidade de implementação em diferentes sistemas de produção (SOARES et al., 2016).

O sistema ILP, por sua natureza complexa e diversificada, abrange uma série de variáveis e co-fatores que o sistema de plantio direto e o convencional. Devido esta complexidade é possível que resultados satisfatórios não sejam expressados a campo em um ano agrícola. Em vez disso, a plena efetividade desse sistema pode demandar a observação ao longo de vários anos agrícolas, fornecendo uma avaliação mais precisa da eficácia de implementação do ILP.

## CONCLUSÃO

As cultivares avaliadas apresentaram produtividade satisfatória para o Estado do Acre. Sendo a cultivar BONUS 8579 RSF IPRO a mais produtiva em área de abertura (73,43 sacas ha<sup>-1</sup>) e em área consolidada (108,8 sacas ha<sup>-1</sup>).

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre e a Fazenda São João por conceder o espaço para realização das atividades de pesquisa. À Capes pela concessão de bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS

- BALBINOT JÚNIOR, A.A.; FERREIRA, A.S.; WERMER, F.; SILVA, M. A.; ZUCARELLI, C. Índice de área foliar da soja em função da redução da densidade de semeadura, **Embrapa Soja**, 2018.
- BARBOSA, A. S.; PELÚZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; JÚNIOR, O. J. F.; DOS SANTOS, F. W. Efeitos de reguladores vegetais nas características agronômicas de soja cultivada em baixa latitude. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, p. 1-19, 2023.
- BAUER, A.; COLE, C. V.; BLACK, A. L. Soil property comparisons in virgin grassland between grazed and nongrazed management systems. **Revista Soil Science Society of America**, v. 1, p. 176-182, 1987.
- BOTELHO, F.; BROGIN, R.; GODINHO, V.; UTUMI, M DE OLIVEIRA.; VENTUROSO, L. Desempenho de cultivares de soja em diferentes regiões do Estado de Rondônia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 7.; 2015, Florianópolis. **Anais [...]**, Londrina: Embrapa Soja, 2015.
- COCHRAN, W. G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Eugenics**, v. 11, n. 1, p. 47-52, 1941.
- CONAB. Acompanhamento de safra brasileira: Safra 2022/23 de grãos. **Boletim**, v. 3, n. 11, 2022, 144 p.
- CONSALTER, M. A. S.; SOUZA, M. L. P.; CARLOS, H. G. Compactação de latossolo bruno em sistema integrado lavoura-pecuária. **Scientia Agraria**, v. 15, n. 1, p. 23-31, 2014.



- COSTA, L. C.; TAVANTI, R. F. R., TAVANTI, T. R.; PEREIRA, C. S. Desenvolvimento de cultivares de soja após inoculação de estirpes de *Bacillus subtilis*. **Nativa**, v. 7, n. 2, p. 126-132, 2019.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J.P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C.; LONGHINI, V. Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 852-863, 2015.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora: EDFV, 204, 480 p.
- FRANCHINI, J. C.; DEBIASI H.; WRUCK, F. J.; SKORUPA, L. A.; WINK, N. N.; GUIZOLPHI, I. J.; CAUMO, A. L.; HATORI. Integração lavoura-pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu. Manaus: Embrapa/Soja, 20 p. (Circular técnica, 77).
- GIOVANETTI, L. K.; BONOME, L.; SOUZA, E.; BITTENCOURT, H.; KRUPPA, M.; LIZARELLI, H. Respiração microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo. **Cadernos de Agroecologia**, v. 14, n. 1, 2019.
- GRUBBS, F. E. Procedures for detecting outlying observations in samples. **Technometrics**, v. 11, n. 1, p. 1-21, 1969.
- HANISCH, A. L.; BALBINOT, A. V.; VOGT, G. C. Desempenho produtivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em função da inoculação com *Azospirillum* e doses de nitrogênio. **Revista Agroambiente**, v. 11, n. 3, p. 200-208, 2017.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja**: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80 p. (Documentos, 283).
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. 2022. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 9 jun. 2023.
- JUNIOR, E. U. R.; RAMOS, E. M.; BULHÕES, C. C. Densidade de plantas nos componentes produtivos e produtividade de cultivares de soja. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 17, n. 2, p. 51-56, 2019.
- LANZANOVA, M. E.; STEINHAUS, J. R.; SILVA D. M.; GUERRA, D.; DE SOUZA, E. L.; PELIZZON, M. G.; GULART, E. A.; BOHRER, R. E. G. Influência de plantas de cobertura em atributos do solo e produtividade do trigo em sistema plantio direto. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 6, p. 4948-4967, 2023.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. **Idesia (arica)**, v. 29, n. 2, p. 11-19, 2011.
- LOURENÇANO, L. S.; CAVICHIOLI, F. A. Sistema integração lavoura-pecuária-floresta: uma alternativa ao monocultivo. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 214-225, 2019.
- MÜELLER, C. C. **Expansion and modernization of agriculture in the cerrado the case of soybeans in Brazil's Center-West**. Brasília: Department of Economics, University of Brasília, v. 10, p. 249-266, 2003.
- NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 269-274, 2002.
- NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; SOUSA, B.; HAMAACKI, O. T.; CRUZ, C. D.; PEREIRA, D. G.; MATSUO, E. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

- NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PAULETTE, E. A.; SPINELLI, P. L. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.
- PERINI, L. J.; SILVA, F. J. N.; CAVENAGHI, P. C. E. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 6Supl1, p. 2531-2544, 2012.
- RAMBO, C. A. T.; POLIZELLI, E. E.; BARBOSA, P. L. A.; CLEMENTE, A. P. F.; SANTIN, J. C. Avaliação do Desempenho de Duas Cultivares de Milho Produzidas no Município de Matupá Mato Grosso. **Nativa Revista de Ciências Sociais do Norte de Mato Grosso**, v. 12, n. 2, 2023.
- RODRIGUES, T. E.; GAMA, J. R. N. F.; SILVA, J. M. L.; VALENTE, M. A.; SANTOS, D. A. S.; ROLIM, P. A. M. **Caracterização e classificação de solos do município de Senador Guomard, Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Amazônia Oriental. 69 p, 2003.
- SALVADOR, N. A.; COELHO, A. P.; MORELLO, O. F.; LEMOS, L. B.; MINGOTTE, F. L. C. Doses de nitrogênio em cultivares de feijão-comum em sistema plantio direto recém-instalado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 10, n. 1, p. 075-083, 2022.
- SANDINI, I. E.; MORAES, A. D.; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1315-1322, 2011.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.
- SINGH, R. S.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S. Mineralização de nitrogênio em savanas tropicais secas: efeitos de queimadas e pastoreio. **Biologia e Bioquímica do Solo**, v. 23, n. 3, p. 269-273, 1991.
- SOARES, M. B.; FREDDI, O. S.; MATOS, E. S.; TAVANTI, R. F. R.; WRUNCK, F. J.; LIMA, J. P.; MARCHIORO, V.; FRANCHINI, J. C. Sistemas integrados de produção: Uma alternativa para restauração da qualidade química do solo no ecótono Cerrado-Amazônico. **Catena**, p. 185, 2020.
- SOARES, M. D. R.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, I. A.; CUNHA, J. M.; SANTOS, L. A. C.; FONSECA J. S.; SOUZA, Z. M. Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 59, n. 1, p. 9-15, 2016.
- SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; BOLZAN, J. M.; KUHNEM JUNIOR, P. R. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready™. **Planta Daninha**, v. 28, p. 887-896, 2010.
- TUKEY, J. W. Comparing individual means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 5, p. 99-114, 1949.
- VILELA, L.; MARTHA, J. G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**, v. 13, n. 13, p. 92-99, 2012.
- ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; ZUFFO, A. M.; SOARES, I. O.; MENDES, A. E. S.; TERESANI, A. L. R.; RAONI G.; CARVALHO, J. P. S.; MOREIRA, S. G. Desempenho agrônomico e qualidade sanitária de sementes de soja em resposta à adubação potássica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 543-553, 2017.