

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ FRANCISCO FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB ADUBAÇÃO MINERAL E COM DIFERENTES
DEJETOS ANIMAIS**

DOIS VIZINHOS

2021

ANDRÉ FRANCISCO FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB ADUBAÇÃO MINERAL E COM DIFERENTES
DEJETOS ANIMAIS**

Soybean yield under mineral fertilizer and with different animal waste

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Carlos Alberto Casali.

DOIS VIZINHOS

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao autor. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANDRÉ FRANCISCO FERREIRA

**PRODUTIVIDADE DA SOJA SOB ADUBAÇÃO MINERAL E COM DIFERENTES
DEJETOS ANIMAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 07 de dezembro de 2021

Carlos Alberto Casali
Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos

André Pellegrini
Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos

Laércio Ricardo Sartor
Doutor

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos

DOIS VIZINHOS

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu energia e saúde para concluir este trabalho.

A minha família, meu pai Acir, minha mãe Maria, minha tia Yolanda, meus irmãos Acir Jr. e Aline, pelo apoio e carinho ao longo deste trabalho e de todo o curso.

Aos meus amigos de curso e faculdade que contribuíram para este trabalho e minha formação, em especial a Bruna Guimarães, Laís da Silva, Raquel Bartolomeu, Gracyelle da Rosa e Matheus Nardi.

Ao meu orientador Carlos Casali, pelo ensinamento e apoio para conclusão deste trabalho.

Ao grupo de pesquisa de ciências do solo (GPCS), que colaboram para que este projeto caminhasse.

RESUMO

A cultura da soja possui papel fundamental no setor agrícola mundial, apresentando significativa movimentação econômica. No âmbito de produtividade, alguns fatores podem limitar o rendimento da cultura, como a disponibilidade hídrica, adversidades climáticas, tipo e condições do solo em que são cultivadas, e a adubação realizada. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo, avaliar o desenvolvimento e a produtividade da cultura da soja sob a influência da adubação orgânica e mineral. O experimento consistiu na aplicação de adubação mineral e orgânica, da seguinte forma: T1 – controle (sem adubação); T2 – adubação mineral na linha; T3 – adubação mineral à lanço; T4 – cama de aves; T5 – dejetos bovinos líquidos; T6 – dejetos suínos líquidos. As variáveis analisadas foram: altura de planta (cm); número de vagens por planta; número de grãos por vagem; peso de mil grãos (g); produtividade (Kg-ha⁻¹); e massa seca de planta (Kg-ha⁻¹). Após a compilação dos resultados, os dados foram submetidos a análise de variância ($p \leq 0,05$), e quando significativos foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, por meio do programa estatístico Assistat. A altura de plantas, a massa seca de parte aérea e o número de grãos por vagem foi superior em plantas provenientes de áreas com adubação, mineral ou orgânica, quando comparadas àquelas provenientes da área sem adubação. A massa de mil grãos foi maior com uso de adubação orgânica, independentemente do tipo de dejetos. Sobre essa mesma variável a adubação mineral, independentemente do tipo de aplicação não se diferiu da área sem adubação. Todavia, o comportamento dos componentes de rendimento refletiu na produtividade da soja, que foi maior com o uso de adubação, independentemente se mineral ou orgânica. Diante dos resultados apresentados, conclui-se que a adubação, orgânica ou mineral afetam positivamente o desenvolvimento e a produtividade na cultura da soja. A adubação mineral realizada na linha ou à lanço apresenta resultados semelhantes sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura da soja, assim como a adubação orgânica realizada através de dejetos bovinos, suínos, ou de cama de aves. A adubação à lanço pode substituir a adubação na linha, bem como a adubação orgânica pode substituir a adubação mineral, garantindo os mesmos resultados sobre a produtividade da cultura da soja.

Palavras-chave: adubação orgânica; componentes de rendimento; fertilidade de solo.

ABSTRACT

Soybean culture has a fundamental role in the world agricultural sector, showing significant economic movement. In terms of productivity, some factors can limit crop yield, such as water availability, adverse climatic conditions, type and conditions of the soil in which they are cultivated, and fertilization performed.

Thus, the present study aimed to evaluate the development and productivity of the soybean crop under the influence of organic and mineral fertilization. The experiment consisted of the application of mineral and organic fertilization, as follows: T1 – control (no fertilization); T2 – mineral fertilization on the line; T3 – broadcast mineral fertilization; T4 – bird litter; T5 – liquid bovine manure; T6 – liquid swine manure. The variables analyzed were: plant height (cm); number of pods per plant; number of grains per pod; thousand grain weight (g); productivity (Kg-ha⁻¹); and plant dry mass (Kg.ha⁻¹). After compiling the results, the data were subjected to analysis of variance ($p \leq 0.05$), and when significant, the Scott-Knott test was applied at 5% probability of error, using the Assisat statistical program. Plant height, shoot dry mass and number of grains per pod were higher in plants from areas with mineral or organic fertilization when compared to those from areas without fertilization. The mass of a thousand grains was greater with the use of organic fertilizer, regardless of the type of manure. On this same variable, mineral fertilization, regardless of the type of application, did not differ from the area without fertilization. However, the behavior of the yield components reflected in soybean yield, which was higher with the use of fertilizer, regardless of whether mineral or organic. Based on the results presented, it can be concluded that fertilization, whether organic or mineral, positively affects the development and productivity of soybean crops. Mineral fertilization carried out on the line or by broadcast has similar results on the development and productivity of the soybean crop, as well as organic fertilization carried out using cattle, swine or poultry litter. Broadcast fertilization can replace in-line fertilization, as well as organic fertilization can substitute mineral fertilization, ensuring the same results on soybean crop productivity.

Keywords: organic fertilization; yield components; soil fertility

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos químicos do solo do experimento antes da implantação dos tratamentos na profundidade de zero a 10 cm	23
Tabela 2 - Médias das variáveis: altura de planta (AP), massa seca de parte aérea (MSPA) (Kg.ha^{-1}), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGPV) e massa de mil grãos (MMG) (g)	27

LISTA DE ILUTRAÇÕES

Fotografia 1 – Plantio de soja e área experimental semeada.....	24
Fotografia 2 – Coleta de plantas para matéria seca e aferição de altura de plantas .	25
Fotografia 3 – Coleta de plantas para variáveis de produtividade e componentes de rendimento	26
Gráfico 1 - Produtividade de grãos de soja em função da adubação mineral na linha, a lanço e de da adubação com diferentes dejetos de animais. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) para o teste de Scott-Knott.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	A cultura da soja.....	16
3.2	Produtividade e adubação de plantas	17
3.2.1	Adubação mineral.....	18
3.2.2	Adubação orgânica: cama de aves, dejetos suíno e bovino	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1	Avaliações realizadas	24
4.2	Análises estatísticas	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6	CONCLUSÃO	32

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja é fundamental para o setor agrícola mundial, sendo o Brasil o segundo maior produtor de grãos dessa cultura, ficando atrás apenas dos Estados Unidos, o que o torna um dos maiores países exportadores do grão (CONAB, 2021). Esse fato se deve ao amplo uso da cultura, principalmente como fonte de proteína para a nutrição humana e animal.

Todavia, alguns fatores são limitantes no rendimento da cultura, os quais estão basicamente relacionados a disponibilidade hídrica, adversidades climáticas, tipo e condições do solo em que são cultivadas (SZARESKI et al., 2018). Com relação ao solo, a sua fertilidade é um dos principais fatores que interfere na produtividade da soja, sendo necessária uma adequada disponibilidade de nutrientes para garantir o desenvolvimento da cultura e a manutenção da sua produtividade. A cultura da soja requer grandes quantidades de nitrogênio (N) e potássio (K) dentre outros nutrientes, devido ao grande teor de proteína presente em seus grãos (HUNGRIA; MENDES; BRUJIN, 2006; SERAFIM et al., 2012).

A adubação é o principal fator que interfere na disponibilidade de nutrientes no solo e a natureza do fertilizante, orgânico ou mineral, é algo que deve ser considerado. A principal fonte de adubação são os fertilizantes minerais, os quais são provenientes de fontes não renováveis, além de apresentarem alto custo. Ainda, em sua maioria, os fertilizantes utilizados na agricultura brasileira são importados, elevando ainda mais os custos de produção (ZANÃO et al., 2015). A técnica de adubação à lanço já é adotada em diversas propriedades no Brasil, entretanto, poucos são os estudos que relatam sua eficiência em relação a outras técnicas de adubação (CASTOLDI et al., 2012), assim como desenvolvido no presente estudo.

Com o constante aumento no preço dos fertilizantes minerais, a utilização de resíduos orgânicos na agricultura tem se tornado uma opção atrativa do ponto de vista econômico e ambiental, em razão da ciclagem de carbono e nutrientes (SILVA; VILAS-BOAS; SILVA, 2010). Segundo Lopes (1994) o uso de matéria orgânica favorece a elevação da capacidade de troca de cátions (CTC), a retenção de umidade no solo, a redução dos efeitos fitotóxicos de agroquímicos, a melhoria da estrutura do solo, e o favorecimento do controle biológico pelo incremento da população microbiana antagonista.

Dentre os fertilizantes orgânicos, destaca-se os dejetos da produção intensiva de animais, como os líquidos de bovinos e suínos, além da cama de aves, que são comuns no estado do Paraná, com destaque para a região Sudoeste. Segundo a Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do PR (2021), a produção paranaense proveniente da suinocultura, bovinocultura de leite e avicultura de corte tem aumentado nos últimos anos, principalmente pelo aumento das exportações.

Os dejetos muitas vezes são mal armazenados, tornando-se um contaminante ambiental, afetando os solos e os recursos hídricos. Assim, é importante que medidas de difusão sejam adotadas quanto ao destino e utilização do mesmo, além da realização de pesquisas regionais, sobre a possibilidade de substituição total ou parcial da adubação mineral pela adubação orgânica com dejetos de animais. Nesse contexto, são importantes trabalhos que busquem comparar o uso dos diferentes dejetos de animais como fonte de nutrientes para culturas agrícolas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar os componentes de rendimento e a produtividade da cultura da soja em função da adubação mineral na linha e a lanço, e comparando ao uso de tipos dejetos de animais.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar o efeito da adubação mineral na linha ou à lanço, e a adubação orgânica com dejetos de animais sobre matéria seca e a altura da soja.

Avaliar o efeito da adubação mineral na linha ou à lanço e a adubação orgânica com dejetos de bovinos líquido, dejetos suínos líquidos e cama de aves sobre os componentes de rendimento e na produtividade da soja.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A cultura da soja

Pertencente à família Fabaceae, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma cultura anual caracterizada morfológicamente como dicotiledônea, herbácea, de porte ereto, possuindo hastes e vagens pubescentes que armazenam até quatro grãos (NUNES, 2017). A cultura da soja teve sua origem na China, todavia, sua domesticação ocorreu na Ásia. Sua evolução ocorreu através de cruzamentos naturais de espécies selvagens (EMBRAPA, 2014).

Atualmente, o grão da soja é utilizado como matéria-prima para a fabricação de óleo vegetal, farinha, farelo, proteína texturizada, além de tantos outros componentes utilizados na elaboração de alimentos. Além da alimentação humana, é destinada para a alimentação e suplementação de diversas espécies animais, devido ao seu alto teor de proteínas (GONDIN, 2019).

No Brasil a primeira ocorrência foi no estado da Bahia em 1888 (BLACK, 2000), sendo em seguida difundida até São Paulo, onde foi estudada e adaptada para utilização como planta forrageira (EMBRAPA, 2004). Em 1914, seu cultivo se estendeu ao Rio Grande do Sul, até então para autoconsumo. A partir da década de 60, em tempos de modernização da agricultura e da Revolução Verde, foi que passou a ser cultivada com fins comerciais (BRUM, 1988).

O interesse dos agricultores, investimentos e pesquisas surgiram por volta de 1970, onde o preço do grão explodiu mundialmente (EMBRAPA, 2014). A partir desse momento, a adoção de novas tecnologias aliadas às políticas de desenvolvimento, houve grande aumento do interesse pelo cultivo nos demais estados brasileiros. Atualmente, o Brasil figura com os Estados Unidos entre o primeiro e segundo maior produtor mundial da oleaginosa, sendo seu principal produto de exportação (CONAB, 2021; KOPF; BRUM, 2019a; KOPF; BRUM, 2019b).

Atualmente, apresenta grande influência na economia mundial, aumentando gradativamente sua produção e consumo. Segundo dados da Conab (2021) na safra 2020/21 seu cultivo alcançou a área de 38,266 milhões de hectares, aumento de quase um milhão de hectares (3,5%) com relação ao ciclo 2019/20.

Conseqüentemente, a produção nacional alcançou 133.817,0 mil toneladas, com produtividade de 3.497 kg ha⁻¹.

Os estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul se destacam como os maiores produtores do grão. Só o estado do Paraná, na safra 2020/21 alcançou 20.469,0 milhões toneladas produzidas em 5.602 milhões de hectares, totalizando uma produtividade média de 3.653,87 kg ha⁻¹, acima da média nacional (CONAB, 2021). Atualmente, segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA, 2021), a saca (60 Kg) de soja vem sendo comercializada no valor médio de R\$ 172,27 com variação ao mês de 5,33%, no estado do Paraná (fechamento em 19 de agosto de 2021).

3.2 Produtividade e adubação de plantas

Para que o crescimento e o desenvolvimento de uma cultura ocorram de forma adequada, fatores como água, luz e temperatura são primordiais. Além desses, alguns elementos químicos também são indispensáveis e podem ser divididos em macro e micronutrientes. Compõe os macronutrientes, o nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S); e os micronutrientes: boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) (DOMINGOS; LIMA; BRACCINI, 2015). Pelo critério de essencialidade, ambos, macro ou micronutrientes, possuem a mesma importância, todavia, nem sempre estão em quantidades disponíveis que atendam a demanda das plantas.

Segundo Machado et al. (2004) os solos brasileiros em sua maioria, possuem baixa fertilidade e elevado grau de acidez natural. Devido a isso, se torna indispensável a correção da fertilidade do solo, visando melhor sua qualidade e mitigar os riscos sobre o rendimento da produção. Devido a isso, há a necessidade de realizar monitoramento dos nutrientes solo e também dos sintomas nas plantas (DOMINGOS; LIMA; BRACCINI, 2015).

Para uma utilização efetiva dos nutrientes pelas plantas é necessário obter alguns conhecimentos sobre a área em uso, e executar boas práticas de manejo, de forma que esse uso possibilite o melhor retorno lucrativo ao produtor (DIAS, 2012). Para tal, é importante que seja realizada a análise de solo da área a ser cultivada, saber as necessidades nutricionais da cultura, bem como as características químicas

do adubo utilizado. Além disso, deve-se fazer o uso consciente desse suporte, para não sobrecarregar e acarretar consequências negativas para o ambiente e para a cultura (CORRÊA et al., 2011).

Dentre os tratos culturais, fator importante a ser considerado na adubação, destaca-se a forma que a mesma é realizada. Conforme Sousa et al. (2004) os modos de aplicação mais empregados para a produção de grãos são à lanço, na superfície, com ou sem incorporação, no sulco de semeadura (linha) e em faixas. A aplicação de sementes e fertilizantes ao mesmo tempo no solo pode ser classificado como adubação de semeadura ou na linha. Já a adubação à lanço, a aplicação de fertilizantes ocorre antecipadamente ou posteriormente a semeadura, o que permite que o processo de semeadura seja mais rápido e eficiente. Segundo Barbosa et al. (2015) a aplicação à lanço, sem incorporação, é a que mais vem crescendo no Brasil, devido aos rendimentos operacionais quando comparado ao sistema convencional de deposição na linha de semeadura (BARBOSA et al., 2015).

Dentre as técnicas culturais também se destaca a escolha adequada dos fertilizantes. Segundo a legislação brasileira, os fertilizantes podem ser classificados em minerais ou sintéticos, orgânicos e organominerais. Os adubos minerais são obtidos através de processo físico, químico ou físico-químico, além de serem concentrados e de rápida assimilação pelas plantas. Os adubos orgânicos são livres de processos químicos, e são compostos de matéria orgânica, vegetal e animal. Além disso, são liberados lentamente, todavia, possuem ação mais duradoura e prolongada, ao ser liberado aos poucos pelos microrganismos presentes no solo. Já os adubos organominerais são aqueles constituídos por material orgânico enriquecidos com minerais (CAMPOS, 2013). A seguir serão abordados os tipos de fertilizantes minerais e orgânicos, de interesse no presente estudo.

3.2.1 Adubação mineral

Os fertilizantes minerais podem conter um ou mais elemento, como nitrogênio, fósforo e potássio (NAIKA et al., 2006) e geralmente são diretamente assimilados pelas plantas, ou podem passar por simples transformações no solo para serem absorvidos. Com exceção do cálcio, os fertilizantes dessa classe não melhoram a estrutura do solo, mas o enriquecem disponibilizando nutrientes e

melhorando a produtividade de biomassa das plantas e, conseqüentemente, elevando a adição de compostos orgânicos ao solo. Apesar de possuírem maior custo quando comparado aos fertilizantes orgânicos, apresentam grande facilidade de liberação dos nutrientes, o que se torna uma vantagem de uso (NAIKA et al., 2006).

Devido ao alto teor de proteína presente nos grãos de soja, a cultura demanda principalmente por nitrogênio mineral (SALES et al., 2016). O nitrogênio por sua vez, possui função estrutural, fazendo parte da constituição de alguns hormônios, aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e, da molécula de clorofila nas plantas (LORENSINI et al., 2014; NOGUEIRA et al., 2010).

Esse nutriente possui um manejo complexo, e não se encontra facilmente disponível para as plantas, pois na atmosfera, o N_2 é uma molécula estável que os vegetais não têm capacidade de utilizar diretamente. Todavia, no solo, a matéria orgânica atua como fornecedora de formas solúveis e assimiláveis de nitrogênio. Ainda, em sua forma livre, o nitrogênio é rapidamente utilizado por bactérias do solo ou lixiviado devido a sua grande solubilidade (HUNGRIA et al., 2006).

O fósforo é um dos mais importantes minerais para o crescimento de plantas, devido à sua função como componente de metabólitos com potencial energético e redutor. Compõe ácidos nucleicos de genes, cromossomos, coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos. Também é responsável por processos metabólicos, como armazenamento de energia (ADP e ATP) (fotossíntese) e desdobramento de açúcares na respiração, processos essenciais para o ciclo de vida das plantas (NOVAIS et al., 2007; PENATTI, 2013).

Promove a eficiência no uso da água pela planta, bem como a assimilação e utilização de outros nutrientes, promovendo o aumento da resistência da planta a doenças, baixas temperaturas e déficit hídrico (PENATTI, 2013). Conseqüentemente, favorece o incremento na produtividade, possuindo assim, função básica na promoção de desenvolvimento de sementes (MARQUES, 2014).

No início do ciclo vegetativo, a falta desse nutriente ocasiona perdas permanentes no desenvolvimento das plantas. Como sintomas de deficiência é possível observar folhas com coloração arroxeada devido a sintetização de antocianinas, número reduzido de folhas, frutos e sementes, e atraso no florescimento (GRANT et al., 2001).

O fósforo apresenta baixo teor no solo quando comparado com o nitrogênio e o potássio, além de baixa solubilidade e mobilidade de seus compostos, tornando-o pouco disponível à absorção pelas plantas, sendo adsorvido pelas argilas deixando indisponível para a absorção pelas plantas. Para que se torne disponível às plantas é necessário que o mesmo passe pela ação de microrganismos do solo para sua transformação em forma inorgânica (H_2PO_4^- e HPO_4^{2-}). Dentre os principais fatores que afetam a disponibilidade de fósforo para as plantas pode ser citado o teor de argila, o pH e a matéria orgânica do solo (ROSSI et al., 2013).

O potássio se caracteriza como o segundo nutriente mais exportado pela cultura da soja. Portanto, a deficiência desse nutriente pode ocasionar danos severos nas plantas, como a produção de sementes mais leves, e conseqüentemente menor produtividade e qualidade dos grãos (SERAFIM et al., 2012).

Quando em equilíbrio, proporciona aumento do peso e o número de sementes, e no caso da soja pode aumentar o teor de óleos e proteínas (TINKER; NYE, 2000). É absorvido pelas plantas na forma de íon K^+ , sendo atuante principalmente na ativação enzimática, na síntese e translocação de carboidratos, proteínas e adenosina trifosfato (ATP), na regulação de abertura e fechamento dos estômatos e no controle osmótico (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2012).

Se caracteriza como o macronutriente em maior quantidade nas plantas, todavia, no solo apresenta alta mobilidade através da difusão, o que está relacionado com a textura do mesmo, capacidade de troca de cátions (CTC) e sua concentração na solução do solo. As formas que se encontra no solo (solução, trocável, não trocável e estrutural) estão relacionadas com a maneira e com a energia das ligações desse aos componentes sólidos presentes no solo (KARIMI, 2017).

A quantidade de potássio em cada forma vai ser influenciada pelos fatores do solo (tipo e quantidade de argila), absorção pelas plantas, adubações realizadas, quantidade lixiviada e eficiência da fixação e liberação desse nutriente que ocorre no solo. A concentração de potássio requer atenção e cuidados devido a sua capacidade de lixiviação ser alta (WERLE et al., 2008).

3.2.2 Adubação orgânica com cama de aves, dejetos suíno e bovino

A adição de matéria orgânica ao solo favorece a liberação gradativa de nutrientes, os quais são reduzidos pelos processos de lixiviação, fixação e volatilização. O uso de matéria orgânica tem causado efeito significativo na agricultura, melhorando a nutrição e o desenvolvimento de plantas, quando comparadas a aquelas adubadas somente com fertilizantes minerais (OLIVEIRA et al., 2010).

A matéria orgânica promove alterações nas características físico-químicas do solo, como na densidade, na capacidade de retenção de água, textura, estrutura, porosidade e condutibilidade térmica, além de aumentar a CTC e soma de bases, e alterar o pH, dependendo da predominância dos processos que consomem ou liberam H⁺. Ainda, pode evitar que alguns nutrientes necessários às plantas se insolubilizem, através da ação quelante (LEONEL; DAMATTO JÚNIOR, 2008; NOVAIS et al., 2007).

Os adubos orgânicos podem ser de origem animal ou vegetal (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008), sendo os dejetos de animais uma opção rentável de adubação na produção agrícola, desde que se considerem os critérios técnicos para sua aplicação (CORRÊA et al., 2011). Segundo Corrêa et al. (2011) resíduos produzidos por aves, suínos e bovinos necessitam voltar à natureza de forma prudente (VIONE et al., 2018), de modo a não ocasionar danos ambientais, a utilização de dejetos em solos agrícolas deve ser realizada através de recomendação técnica (PALHARES, 2019).

O uso de cama de aves como fertilizante natural tem se revelado uma técnica possível (ANDREOLA, 2000). Considerando os critérios agrônômicos e econômicos sua utilização vem sendo indicada para a cultura da soja (CARVALHO et al., 2011). O uso de dejetos de suínos também tem mostrado potencial na adubação da cultura da soja, sendo uma opção de uso para o descarte dos dejetos produzidos pelas granjas (ECCO et al., 2019), assim como na cama de aves.

Em estudo realizado sobre a adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário, foi observado aumento nos teores de fósforo e potássio e maior absorção de N e P pelas plantas. Com relação ao rendimento de óleo e a produtividade de grãos o uso de adubação por meio desses dejetos se igualou ao

uso de fertilizantes minerais, todavia, ambos foram superiores ao tratamento controle, o que mostra que os dejetos possuem capacidade de adubação sobre a cultura (BLANCO, 2015).

Já o esterco bovino, amplamente utilizado na composição de substratos, apresenta baixo teor de N, precisando em alguns casos ser compensado com outros componentes do substrato ou com fertilizantes químicos, segundo Gomes e Silva (2004). Todavia, a composição do esterco bovino pode variar em função da dieta dos animais, ou seja, quando proveniente de vacas leiteiras que possuem uma melhor dieta, o teor de N pode chegar a 5,1% (GOMES; SILVA, 2004).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. A altitude média local é de 527 m, e o solo é classificado como Nitossolo Vermelho. O clima do município é classificado como subtropical (Cfa), com temperatura acima de 22 °C no mês mais quente, e menor que 18 °C no mês mais frio (ALVARES et al., 2013).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo do experimento antes da implantação dos tratamentos na profundidade de zero a 10 cm

Tratamento	P (mg kg ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	C-Org (%)	SMP	pH – H ₂ O
Sem adubação	21,9 ^{ns}	132,4 ^{ns}	2,72 ^{ns}	6,23 ^{ns}	6,06 ab
Mineral na linha	26,1	132,5	2,77	6,36	6,11 ab
Mineral à lanço	21,7	162,0	2,96	6,41	6,15 a
Cama de aves	21,5	147,8	2,70	6,46	5,96 ab
Dejeto bovino	25,1	140,2	2,92	6,56	5,83 ab
Dejeto suíno	21,0	125,2	3,01	6,23	5,77 b
CV	36,3%	33,8%	6,3%	2,3%	2,5%

Nota: Médias com letras iguais na coluna são estatisticamente iguais pela análise de Tukey a 5%

Fonte: Autoria própria

Em maio de 2019 o experimento foi instalado com a aplicação de adubação mineral e orgânica, da seguinte forma: T1 – controle (sem adubação); T2 – adubação mineral na linha (513 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e de K₂O de fertilizante mineral 10-15-15); T3 – adubação mineral à lanço (513 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e de K₂O de fertilizante mineral 10-15-15); T4 – cama de aves (3,8 ton.ha⁻¹); T5 – dejeto bovino (63 m³.ha⁻¹); T6 – dejeto suíno (63 m³.ha⁻¹). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 24 parcelas com 12,0 m² cada.

Após, foi implantada a cultura da aveia preta como planta de cobertura. Ela foi dessecada 30 dias antes da semeadura da cultura de verão.

Fotografia 1 – Plantio de soja e área experimental semeada



Fonte: Grupo de pesquisa em ciência do solo (2019)

Em 18 de novembro de 2019 realizou-se novamente a aplicação dos mesmos tratamentos e no dia seguinte foi realizada a semeadura da soja, cultivar Brasmax Lança IPRO, com 12 sementes por metro linear. A cultura teve uma boa emergência e um bom desenvolvimento com as chuvas bem distribuídas ao longo do ciclo. Os manejos fitossanitários realizados ao longo da cultura foram os mesmo realizados pelos produtores rurais da região, com uma aplicação de herbicidas com a soja no estágio vegetativo, para controlar as plantas daninhas e catação manual de algumas plantas que persistiram na lavoura, duas aplicações de inseticida e fungicida no estágio reprodutivo com intervalo de 25 dias entre as aplicações, completando seu ciclo para colheita em torno de 120 dias, com chegada da maturação fisiológica foi realizada a colheita.

4.1 Avaliações realizadas

No pleno florescimento (estádio reprodutivo R1) da cultura da soja foi avaliada a altura das plantas com trena. A altura consistiu na distância da superfície do solo até o ápice da planta. O resultado foi obtido de dez plantas por repetição e expresso em centímetros.

Nesse período também foi avaliada a massa seca da parte aérea das plantas, sendo amostrado 3 metros lineares de cada parcela, que foram acondicionadas em sacos de papel pardo previamente identificados, permanecendo por 8 dias em temperatura ambiente, na sombra. Após esse período de desidratação

natural, as plantas foram alocadas em estufa com circulação de ar forçada, em temperatura de 60 °C durante 24 horas. Após esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica. Dos valores obtidos realizou-se a média, obtendo-se a massa seca média por planta, a qual fora extrapolada para hectare, sendo o resultado expresso em Kg-ha-1.

Fotografia 2 – Coleta de plantas para matéria seca e aferição de altura de plantas



Fonte: Autoria própria

Quando as plantas atingiram a maturação fisiológica, em cinco plantas por parcela avaliou-se o número de vagens por planta, obtido através da contagem manual de vagens, o número de grãos por vagem, obtido através da contagem manual do número de grãos por planta e dividido pelo número de vagens e a massa de mil grãos por meio da pesagem e contagem de grãos das cinco plantas coletadas, extrapolando-se para mil grãos. As amostras foram pesadas em balança de precisão, sendo o resultado expresso em gramas.

Fotografia 3 – Coleta de plantas para variáveis de produtividade e componentes de rendimento



Fonte: Autoria própria

A produtividade de grãos de soja foi avaliada com a coleta de 10 metros lineares com espaçamento de 45 cm de cada parcela. As amostras foram triadas e pesadas, descontando a umidade dos grãos e o resultado foi expresso em Kg-ha^{-1} .

4.2 Análises estatísticas

Após a compilação dos resultados, os dados foram submetidos a análise de variância ($p \leq 0,05$), e quando significativos foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, por meio do programa estatístico Assistat.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente, destaca-se que os coeficientes de variação obtidos mostram bom controle experimental. As adubações minerais e orgânicas não diferiram entre si, mas foram diferentes estatisticamente do tratamento controle (sem adubação) para as variáveis altura de planta e massa seca de parte aérea. Isso mostra que o crescimento vegetativo da soja foi maior com o uso de adubação, independentemente da fonte ser mineral ou orgânica nas doses utilizadas.

Tabela 2 - Médias das variáveis: altura de planta (AP), massa seca de parte aérea (MSPA) ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGPV) e massa de mil grãos (MMG) (g)

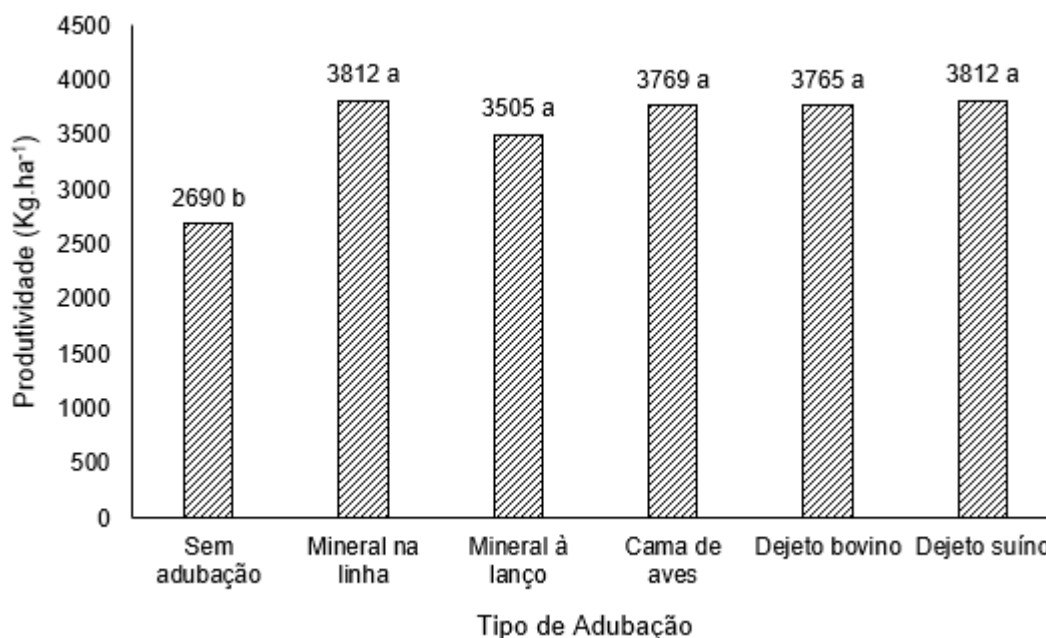
Tratamento	AP (cm)	MSPA ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	NVP	NGPV	MMG (g)
Sem adubação	71,6 b	5082 b	54 B	2,3 ^{ns}	127,8 b
Mineral na linha	75,8 a	6409 a	79 A	2,1	129,4 b
Mineral à lanço	75,2 a	6482 a	67 A	2,4	133,3 b
Cama de aves	76,5 a	6827 a	75 A	2,2	138,9 a
Dejeto bovino	76,1 a	6962 a	70 A	2,1	139,2 a
Dejeto suíno	74,6 a	7307 a	78 A	2,1	147,6 a
CV	2,17%	10,84%	13,34%	9,27%	5,14%

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p\leq 0,05$) para o teste de Scott-Knott. ^{ns} Não significativo

O número de vagens por planta foi maior com o uso de adubação, independente da fonte dos nutrientes, enquanto o número de grãos por vagem não diferiu entre os tratamentos. Já a massa de mil grãos foi maior quando a fonte de nutrientes foi orgânica, independente da fonte do dejeto (cama de aves, dejeto bovino e suíno), enquanto a adubação mineral na linha ou a lanço não diferiram do tratamento controle. Esses resultados indicam que a adubação interfere nos componentes de rendimento, principalmente na massa de mil grãos, onde a adubação orgânica eleva a massa mais significativamente que a adubação mineral.

A produtividade de grãos de soja seguiu o comportamento da maioria as variáveis analisadas, sendo maior com o uso da adubação, independente da fonte de nutrientes utilizada.

Gráfico 1 - Produtividade de grãos de soja em função da adubação mineral na linha, a lanço e de da adubação com diferentes dejetos de animais. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ($p \leq 0,05$) para o teste de Scott-Knott



Fonte: Autoria própria

Dentre as formas de aplicação de fertilizante estão a adubação na linha (sulco de semeadura) e a adubação à lanço, as quais no presente estudo não mostraram diferença entre si, sendo ambas favoráveis a cultura da soja. A operação de adubação à lanço permite que o processo de semeadura ocorra de forma mais eficiente, sem necessidade de abastecimentos frequentes da semeadora com os fertilizantes (CASTOLDI et al., 2012; KURIHARA; HERNANI, 2013; MATOS et al., 2006), portanto, ao apresentar produtividade similar ao obtido com adubação na linha, como obtido no presente estudo, pode ser uma alternativa viável, do ponto de vista econômico e operacional.

Assim como no presente estudo, Guareschi et al. (2008) e Bergamin et al. (2008) não observaram diferença entre a aplicação à lanço e na linha de semeadura para a cultura da soja. Em estudo realizado na cultura do feijão, Lacerda et al. (2014) constataram a eficácia da adubação à lanço na cultura do feijão-comum. A aplicação sem incorporação proporcionou aumento no número de vagens por planta e no número de grãos por vagem, resultando em maior produtividade na colheita.

Em estudo realizado por Kurihara e Hernani (2013) os autores salientam que para aplicação de fertilizantes à lanço em substituição a distribuição na linha de semeadura, o solo deve apresentar de média a alta fertilidade, pois constataram reduções significativas na produtividade de grãos de soja em solos de baixa fertilidade quando comparado com a adubação no sulco de semeadura. No presente estudo, a caracterização química do solo (Tabela 1) mostra que os teores de P e K são considerados altos, portanto, não são limitantes ao desenvolvimento das culturas.

Devido ao alto teor de proteína presente nos grãos de soja, a cultura demanda principalmente por nitrogênio (SALES et al., 2016). Comparado fisiologicamente aos outros nutrientes, o nitrogênio tem maior efeito sobre a absorção de elementos, o crescimento e o desenvolvimento das plantas, e consequentemente sobre a produtividade da cultura da soja, sendo assim, é o nutriente mais importante sobre a nutrição de plantas (BARRANQUEIRO; DALCHIAVON, 2017; MORENO et al., 2018).

De acordo com Aratani et al. (2008) os resultados relativos à eficiência da aplicação de nitrogênio na cultura da soja se devem à fatores como a fonte utilizada, eficiência da simbiose, cultivares, época de semeadura, tipo de solo e fatores climáticos. Por sua vez, a aplicação de nutrientes é uma forma de buscar ganhos em características desejáveis da planta (SILVA et al., 2015).

Os adubos orgânicos, especialmente os provenientes de dejetos animais, possuem alto potencial fertilizante, podendo substituir a adubação química e contribuir significativamente para o aumento da produtividade das culturas, além de contribuir com o meio ambiente.

Em trabalho realizado por Zanão et al. (2015) os autores avaliaram a produtividade da soja em função da aplicação de doses de dejetos animais (cama de aves e dejetos suíno), e constataram diferença significativa somente entre adubação com dejetos animais e a testemunha e entre adubação mineral e a testemunha, assim como no presente estudo. Dentre outros benefícios, a utilização de adubação orgânica proporciona melhora das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e consequentemente favorece as respostas fisiológicas das plantas. Além disso, são bons fornecedores de nutrientes, disponibilizando rapidamente fósforo e potássio, enquanto a disponibilidade de nitrogênio dependerá da facilidade de degradação dos compostos (FINATTO et al., 2013).

Analogamente a presente pesquisa, Blanco (2015) verificou que a produtividade da soja foi equivalente tanto na adubação mineral quanto na adubação orgânica (cama de aves e dejetos suíno), mostrando a viabilidade da utilização de dejetos animais na produção agrícola. Carvalho et al. (2011) também observaram que o uso de cama de aves como adubo para a cultura da soja, foi capaz de elevar a altura de planta, a inserção da primeira vagem, o número de vagens por planta, o peso de mil grãos, além de melhorar o rendimento da cultura.

Alguns estudos foram realizados com aplicação de dejetos suínos em áreas de produção de grãos de milho com resultados satisfatórios, como eficiência na produtividade até a produção de 7.000 a 8.000 kg ha⁻¹ (AITA; GIACOMINI, 2008; GIACOMINI; AITA, 2008). A produtividade é melhorada uma vez que a aplicação de dejetos em áreas agrícolas além de fornecer quantidade adicional de nutrientes, proporciona melhora da população microbiana, essa que é essencial na transformação e disponibilidade dos nutrientes (TLUSTOŠ et al., 2018).

Além dos ganhos em produtividade, Blanco (2015) constatou aumento do rendimento de óleo de grãos de soja, quando utilizado adubação mineral ou orgânica, sendo ambas superiores a testemunha, o que mostra a capacidade de adubação através de dejetos. Ainda, o uso de dejetos como adubação para a cultura da soja, é uma opção de uso para o descarte dos dejetos produzidos pelas granjas (ECCO et al., 2019).

Além do uso de dejetos suíno e de cama de aves, o uso de dejetos bovino também apresenta resultados satisfatórios e similares, e tem demonstrado mudanças positivas em atributos físicos e químicos do solo (BATTACHARYYA et al., 2015; FARES et al., 2008; RAMOS; CASANOVAS, 2006), as quais estão intimamente relacionadas com a qualidade de solo e a produtividade das culturas. Em estudo realizado por Gotz (2020) a autora averiguou que a aplicação de dejetos líquido bovino por longo prazo, adicional a adubação mineral, em solo com textura muito argilosa, sob plantio direto, aumentou a produtividade de soja, trigo e milho, e melhorou todas as variáveis químicas do solo e, mesmo aplicado na superfície, tem efeito em profundidade.

O incremento na produtividade de grãos com a aplicação de dejetos líquido bovino, adicional a adubação mineral, pode ser atribuído à melhoria de variáveis químicas do solo, sendo que o aumento das bases trocáveis e a redução da acidez

do solo são fundamentais para a expressão máxima do potencial produtivo das culturas (GOTZ, 2020).

Através da adoção de práticas como a adição de dejetos animais, que resultam no incremento de carbono ao solo, ainda é possível reverter a degradação, incrementando atributos de solo, resgatando sua capacidade funcional e importância ambiental, além dos ganhos em produtividade (MELLEK, 2009).

Diante do exposto, pode-se inferir que os resultados obtidos foram satisfatórios, mas não esgotam o assunto a que se propôs investigar, todavia, mostram a importância da implementação do uso de adubos orgânicos na agricultura e demonstram que a eficiência dos mesmos sobre a produtividade da cultura da soja, se iguala a obtida através da adubação mineral, que apresenta maior custo de aplicação. Recomenda-se a realização de estudos futuros, que possibilitem melhor embasamento e compreensão dos fatores envolvidos em relação ao tipo de adubação utilizada.

Recomenda-se a especulação de outros fatores, como por exemplo o uso de diferentes dosagens de um mesmo tipo de adubação. Inicialmente, é necessário analisar o solo e os componentes do dejetos a ser utilizado. Dessa forma será possível saber as necessidades do solo e determinar a quantidade de adubo que será usado para cada cultura. Além disso, é importante que a pesquisa seja desenvolvida com outras cultivares e em outros tipos de solo, averiguando o comportamento da adubação orgânica no maior leque de condições possíveis, permitindo assim, estabelecer protocolos que permitam sua replicabilidade em diversas regiões do país.

6 CONCLUSÃO

A adubação orgânica ou mineral aumenta o crescimento vegetativo da cultura da soja.

A adubação mineral realizada na linha ou à lanço apresenta resultados semelhantes sobre o desenvolvimento e a produtividade da cultura da soja.

A adubação orgânica com dejetos bovino, suíno, e de cama de aves aumenta o crescimento vegetativo e a produtividade da soja e podem substituir completamente a adubação mineral.

REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com aplicação de dejetos líquidos de suíno no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 2101-2111, nov., 2008.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v.22, n.6, p. 711- 728. 2013.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 857-865, mar., 2000.
- ARATANI, R. G.; LAZARINI, E.; MARQUES, R. R.; BACKES, C. Nitrogen fertilization in soybean in no tillage system introduction. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 31-38, ago., 2008.
- BARBOSA, N. C.; MARTINS ARRUDA, E.; BROD, E.; SERON PEREIRA, H. Distribuição vertical do Fósforo no solo em função dos modos de aplicação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 1, p. 87-95, jan., 2015.
- BARRANQUEIRO, H. R.; DALCHIAVON, F. C. Aplicação de azoto na cultura da soja. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 40, n. 1, p. 196-204, ago., 2017.
- BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Extratos de algas marinhas como bioestimulantes na horticultura. **Scientia Horticulture**, Amsterdã, v. 196, n. 1, p. 39-48, mai., 2015.
- BLACK, R. J. Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva. In: CÂMARA, G. M. S. (Ed.). **Soja: tecnologia de produção II**. Piracicaba: ESALQ – Brasil, p. 1-18, 2000.
- BLANCO, I. B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. Dissertação de (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.
- BRUM, A. J. **Modernização da Agricultura: trigo e soja**. Petrópolis: Vozes, 1988. 200 p.
- CAMPOS, A. R. F. **Adubação orgânica e mineral sobre características produtivas do tomateiro cultivar Santa Cruz em ambiente protegido**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2013.
- CARVALHO, E. R.; RESENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; MARTINS, A.; PASSOS, A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 930-939, fev., 2011.

CASTOLDI, G.; FREIBERGER, M. B.; CASTOLDI, G.; COSTA, C. H. M. Manejo da adubação em sistema plantio direto. **Revista Trópica**, Chapadinha, v. 6, n. 1, p. 62-74, set., 2012.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **Indicador da soja: ESALQ/BM&FBOVESPA – PARANAGUÁ**, mar. 2021. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/soja.aspx>. Acesso em: 29 ago. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Portal de Informações Agropecuárias**, mar., 2021. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/safra-serie-historica-graos.html>. Acesso em: 02 ago. 2021.

CORDEIRO, D. S.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; SARRUGE, J. R.; PALHANO, J. B.; CAMPO, R. J. **Calagem, adubação e nutrição mineral**. In: EMBRAPA SOJA. Ecologia, manejo e adubação da soja. Londrina: Embrapa Soja, 1979, p. 19-49.

CORRÊA, C.; BENITES, V. M.; REBELLATTO, A. O uso de resíduos animais como fertilizantes. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, Foz do Iguaçu. **Anais[...]** Foz do Iguaçu: SIGERA, 2011. p. 59.

DIAS, J.A. Nutrientes Do que as plantas precisam? **Universal de fertilizantes S.A** Out, 2012.

DOMINGOS, C. S.; LIMA, L. H. S.; BRACCINI, A. L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 3, p. 132-140, out., 2015.

ECCO, M.; MASSING, M. A. R.; BRASIL, C. S.; BORSOI, A.; EBLING, G. H. Uso de rejeitos da suinocultura em cultivo de soja no oeste paranaense. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 9, n. 4, p. 119-127, out., 2019.

EMBRAPA. **Tecnologia de coinoculação combina alto rendimento com sustentabilidade na produção de soja e do feijoeiro – 2014**, abr., 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1580416/tecnologia-de-coinoculacao-combina-alto-rendimento-com-sustentabilidade-na-producao-de-soja-e-do-feijoeiro>. Acesso em: 27 jul. 2021.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2005: Soja: um sucesso brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 239p.

FARES, A.; ABBAS, F.; AHMAD, A.; DEENIK, J. L.; SAFEEQ, M. Response of selected soil physical and hydrologic properties to manure amendment rates, levels, and types. **Soil Science**, Philadelphia, v. 173, n. 1, p. 522-533, ago., 2008.

FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M. C.; RODRIGUES, M.; BASSO, V.; HOEHNE, L. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 5, n. 4, p. 85-93, dez., 2013

GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p.195-205, abr., 2008.

GOMES, J. M.; SILVA, A. R. **Os substratos e sua influência na qualidade de mudas**. Viçosa: UFV, 2004, p. 190-225.

GONDIN, P. H. R. **Industrialização de soja no Brasil**. 2019. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.

GOTZ, L. F. **Produtividade de grãos, fertilidade do solo e dessorção de fósforo em solos com aplicação de dejetos bovinos em longo prazo**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ D. J.; SHEPPARD, S. C.; A **Importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: Informações agronômicas, 2001. 5p.

GUARESCHI, R. F.; GAZOLLA, P. R.; SOUCHIE, E. L.; ROCHA A. C. Adubação fosfatada e potássica na semeadura e à lanço antecipada na cultura da soja cultivada em solo de Cerrado. **Semina**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 769-774, dez., 2008.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 86, n. 4, p. 927-939, set., 2006.

HUNGRIA, M.; MENDES, I.; BRUJIN, F. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in South America. In: SINGH, R.P.; SHANKAR, N.; JAIWAL, P. K. (Ed.). **Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity**. Houston: Studium, p. 43-93, 2006.

KARIMI, R. Potassium-induced freezing tolerance is associated with endogenous abscisic acid, polyamines and soluble sugars changes in grapevine. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 215, n. 3, p. 184-194, jul., 2017.

KURIHARA, C. H.; HERNANI, L. C. **Adubação antecipada da soja em plantio direto requer observação de alguns critérios**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?secao=Artigos%20Especiais&id=25155>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

LACERDA, M. C.; NASCENTE, A. S.; CARVALHO, M. C. S.; MONDO, V. H. V. Adubação à lanço sem incorporação na produtividade do feijão-comum. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Londrina. **Anais[...]** Londrina: IAPAR, 2014. p. 11.

LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 534-539, fev., 2008.

LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; BRUNETTO, G.; CERINI, J. B.; LOURENZI, C. R.; CONTI, L.; TIECHER, T. L.; SCHAPANSKI, D. E. Disponibilidade de nitrogênio de fontes minerais e orgânicas aplicadas em um Argissolo cultivado com videira. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 241-247, mai., 2014.

MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A. **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. EMBRAPA. Rio de Janeiro, RJ. 2004. p209.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 631p.

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; ROEWER L. A.; **Fosfito de potássio contribui para enchimento de grãos**. Uberlândia: Campo & Negócios, 2014. 5p.

MATOS, M. A.; SALVI, J. V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 493-501, set., 2006.

MELLEK, J. E. **Dejeto líquido bovino e alterações em atributos físicos e estoque de carbono de um latossolo sob plantio direto**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MORENO, G.; ALBRECHT, A. J. P.; PIEROZAN JUNIOR, C.; PIVETTA, A. T.; TES-SELE, A.; LORENZETTI, J. B.; FURTADO, R. C. N. Application of nitrogen fertilizer in high-demand stages of soybean and its effects on yield performance. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 1, fev., p. 16-21, 2018.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de plantas de lavouras da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005. 31p.

NAIKA, S.; JEUDE, J. V. L.; GOFFAU, M.; HILMI, M.; DAM, B. V. **A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Editora Agromisa, 2006. 99p.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, p. 117-124, abr., 2010.

NOVAIS, R. F.; ÁLVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 628p.

NUNES, J. C. S. Tratamento de sementes de soja como um processo industrial no Brasil. **Seed News**, Pelotas, v. 20, n. 1, p. 17-23, ago., 2017.

OLIVEIRA, A. E. S. de.; SÁ, J. R. de.; MEDEIROS, J. F. de.; NOGUEIRA, N. W.; SILVA, K. J. da SILVA. Interação da adubação organo-mineral no estado 34 nutricional das plantas. **Revista Verde**, Juazeiro, v.5, n. 3, p. 53-58, jul., 2010.

PALHARES, J. C. P. **Produção animal e recursos hídricos, Tecnologias para manejo de resíduos e uso eficiente dos insumos**. Brasília: Embrapa, 2019. 210p.

PENNATTI, C. P. **Adubação da cana-de-açúcar: 30 anos de experiência**. Itui: Ottoni Editora, 2013. 347p.

RAMOS, M. C.; CASANOVAS, J. A. M. Erosion rates and nutriente losses affected by composted cattle manure application in vineyard soils of NE Spain. **Catena**, v. 68, n. 2, p. 177-185, mar., 2006.

ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GARCÍA, A. C.; PERIN, A.; GAZOLLA, P. R.; GONZÁLEZ, A. P. Fósforo em Cronossequência de Cana-de-Açúcar Queimada no Cerrado Goiano-Análise de Ácidos Húmicos por RMN de 31P. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 8, p. 1126- 1130, nov., 2013.

SALES, P. V. G.; SALES, V. H. G.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SALES, A. C. R. C. Effect of pods' position on the protein content in soybean grains at low latitude. **Journal Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 3, n. 4, p. 216-221, mai., 2016.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Boletim Semanal 32/2021**. 2021. 5p. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Boletins-Informativos-Atuais>. Acesso em: 25 ago. 2021.

SERAFIM, M. E.; ONO, F. B.; ZEVIANI, W. M.; NOVELINO, J. O.; SILVA, J. V. Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, n. 2, p. 222-227, fev., 2012.

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147p.

SILVA, F. A. M.; VILAS-BOAS, R. L.; SILVA, R. B. D. Resposta da alfaca à adubação nitrogenada com diferentes compostos orgânicos em dois ciclos sucessivos. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 32, n. 1, p. 131-137, mai., 2010.

SILVA, P. R. A.; TAVARES, L. A. F.; SOUSA, S. F. G.; CORREIA, T. P. S.; RIQUETTI, N. B. Rentabilidade na semeadura cruzada da cultura da soja. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 293-297, jul., 2015.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. **Adubação com fósforo**. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E., eds. Cerrado: Correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004, p. 147-168.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2008. 8p.

SZARESKI, V. J.; CARVALHO, I. R.; DEMARI, G. H.; PELISSARI, G.; PELEGRIN, A. J.; BARBOSA, M. H.; ROSA, T. C.; SANTOS, N. L.; MARTINS, T.; NARDINO, M.; PEDO, T.; SOUZA, V. Q.; AUMONDE, T. Z. Análise de caminhos aplicada a características agrônômicas de soja com hábitos de crescimento contrastantes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 531-538, nov., 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2012. 720p.

TINKER, P. B.; NYE, P. H. **Solute movement in the rhizosphere**. New York: Oxford University Press, 2000. 444p.

TLUSTOŠ, P.; HEJCMAN, M.; KUNZOVÁ, E.; HLISNIKOVSKÝ, L.; ÁMEČNÍKOVÁ, H.; SZÁKOVÁ, J. Nutrient status of soil and winter wheat (*Triticum aestivum* L.) in response to long-term farmyard manure application under different climatic and soil

physicochemical conditions in the Czech Republic. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 64, n. 1, p. 70-83, fev., 2018.

VIONE, E. L. B.; SILVA, L. S.; CARGNELUTTI, A. F.; AITA, N. T.; MORAIS, A. F.; SILVA, A. A. K. Caracterização química de compostos e vermicompostos produzidos com casca de arroz e dejetos animais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.1, p. 112-124, jan., 2018.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, set., 2008.

ZANÃO, L. A. Z.; BARBOSA, G. M. C.; BLANCO, I. B.; PEREIRA, N. Adubação da cultura da soja com dejetos de animais no Oeste do Paraná. In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal. **Anais[...]** Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p. 1-3.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T. M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, v. 79, n. 3/4, p. 117-161, set., 1997.