

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ISADORA FRIGOTTO

**MANEJO DE SOLO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS PARA ADEQUAÇÃO
DE ÁREA DE EXPANSÃO PARA PRODUÇÃO DA CULTURA DA
SOJA (*Glycine max*)**

**DOIS VIZINHOS
2022**

ISADORA FRIGOTTO

**MANEJO DE SOLO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS PARA ADEQUAÇÃO
DE ÁREA DE EXPANSÃO PARA PRODUÇÃO DA CULTURA DA
SOJA (*Glycine max*)**

**Soil management and conservation practices for adequacy of the expansion
area for the production of the culture of Soy (*Glycine max*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Dr. Adalberto Luiz de Paula

DOIS VIZINHOS

2022



[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(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ISADORA FRIGOTTO

**MANEJO DE SOLO E PRÁTICAS CONSERVACIONISTAS PARA ADEQUAÇÃO
DE ÁREA DE EXPANSÃO PARA PRODUÇÃO DA CULTURA DA
SOJA (*Glycine max*)**

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: 05 de dezembro de 2022.

Adalberto Luiz de Paula
Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

André Pellegrini
Doutor em Ciência do Solo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos

Artur José Zuanazzi
Engenheiro Agrônomo
Membro externo -

DOIS VIZINHOS

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

À Instituição UTFPR – Campus Dois Vizinhos pelo conhecimento e oportunidades ofertadas.

Ao professor Adalberto Luiz de Paula, pela orientação, apoio e confiança durante a execução desse projeto.

Aos meus pais Lourenço Frigotto e Marcia Besson Frigotto por todo apoio ao longo dessa jornada e pelos puxões de orelha que me fizeram ser quem sou hoje.

Ao meu irmão Alexandre que mesmo a 1.900km de distância se fez presente em cada etapa, e que em cada dificuldade que encontrei no caminho foi a força que eu precisava.

Ao meu namorado, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Aos meus queridos amigos e todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

A soja (*Glycyne max*) é uma das principais *commodities* brasileiras, responsável por apresentar grande influência no setor econômico e alimentício mundial. A cultura exige boas características no solo para garantir sua alta produtividade, como práticas adequadas e suporte nutricional necessário. Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de práticas de manejo de solo conservacionistas e avaliação da caracterização química de um solo, afim de adequar a área para produção da cultura da soja no primeiro ano de cultivo agrícola. O experimento foi desenvolvido em área particular localizada no Município de Goioxim-PR nos anos de 2021 e 2022. O trabalho foi dividido em duas etapas, na primeira foi realizado a colheita florestal e preparo do solo com terraceamento, e correção de atributos químicos do solo, e na segunda foi realizado rotação de culturas e plantio direto na área, com avaliação da produção da soja na primeira safra. Após as etapas de colheita florestal, correção do solo e primeiro ano de cultivo, realizou-se análises químicas para acompanhamento das condições necessárias para adaptação de área de expansão para produção da cultura da soja. Os resultados das análises químicas mostraram uma melhoria nas condições nutricionais da área experimental após um ano de plantio agrícola, tendo uma produção inicial de soja safra 2021/2022 acima da média produzida no Estado do Paraná. Conclui-se que a adoção de práticas conservacionistas e manejo correto do solo, tornam áreas agrícolas mais sustentáveis, proporcionando ao produtor rural elevada produção de grãos.

Palavras-chave: análises químicas; plantio direto; produtividade; rotação de culturas.

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is one of the main Brazilian commodities, responsible for having great influence in the world economic and food sector. The crop requires good soil characteristics to ensure high productivity, such as appropriate practices and the necessary nutritional support. Therefore, this research aimed to develop conservationist soil management practices and evaluate the chemical characterization of a soil, in order to adapt the area for the production of soybeans in the first year of agricultural cultivation. The experiment was carried out in a private area located in the Municipality of Goioxim-PR in the years 2021 and 2022. The work was divided into two stages, in the first one the forest harvesting and soil preparation was carried out with terracing, contour lines, and correction of chemical attributes of the soil, and in the second, crop rotation and no-tillage were carried out in the area, with evaluation of soybean production in the first harvest. After the stages of forest harvesting, soil correction and the first year of cultivation, chemical analyzes were carried out to monitor the necessary conditions for adapting the expansion area for the production of soybeans. The results of the chemical analyzes showed an improvement in the nutritional conditions of the experimental area after one year of agricultural planting, with an initial production of soybeans in the 2021/2022 crop above the average produced in the State of Paraná. It is concluded that the adoption of conservationist practices and correct soil management make agricultural areas more sustainable, providing rural producers with high grain production.

Keywords: chemical analysis; no-tillage; productivity; crop rotation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da área experimental.....	22
Figura 2 - Área de estudo antes e após a colheita florestal.....	24
Figura 3 - Divisão de talhões da área de estudo.....	25
Figura 4 - Modelo de terraceamento do tipo Nichols.....	26
Figura 5 - Esquema representativo das etapas realizadas durante o manejo inicial e preparo do solo.....	32
Figura 6 – Preparo inicial do solo para plantio de culturas agrícolas.....	33
Figura 7 – Esquema representativo da rotação de culturas no sistema de plantio direto do primeiro ano da área experimental.....	39
Figura 8 - Cultura da soja na área experimental.....	40
Figura 9 - Primeira safra de soja (2021/2022) na área experimental.....	41
Figura 10 - Cultura do milho na área experimental.....	42
Figura 11 - Cultura do trigo na área experimental.....	43
Figura 12 - Plantio da cultura da soja (safra 2022/2023) sobre a palhada de trigo.....	44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Média de saturação por base (V%) e pH em CaCl₂ dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm..... 34**
- Tabela 2 - Médias de teores de fósforo e potássio no solo dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm.....36**
- Tabela 3 - Índice de matéria orgânica (g/dm³) dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm.....37**
- Tabela 4 - Doses de fertilizantes utilizados durante o manejo inicial do solo da área.....38**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
3 JUSTIFICATIVA	16
4 REVISÃO DE LITERATURA	17
4.1 Manejo de solo	17
4.2 Sistema de plantio direto e rotação de cultura	18
4.3 Caracterização química de solos	18
4.4 Cultura da soja (<i>Glycine max</i>)	20
5 MATERIAL E MÉTODOS	22
5.1 Localização da área experimental.....	22
5.2 Caracterização do experimento.....	23
5.3 Colheita florestal.....	24
5.4 Mapeamento e demarcação de talhões	24
5.5 Terraceamento e curvas de nível	25
5.6 Análise de fertilidade do solo.....	26
5.8 Correção da fertilidade do solo.....	29
5.9 Sistema de rotação de culturas	29
5.10 Delineamento experimental e análise estatística	29
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6.1 Manejo e preparação inicial do solo na área de estudo	31
6.2 Análise e correção da fertilidade do solo.....	34
6.3 Correção da fertilidade do solo.....	38
6.4 Sistema de rotação de culturas	39
7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O solo é considerado um dos componentes essenciais do ecossistema terrestre, sendo o principal substrato utilizado no desenvolvimento de plantas, possuindo funções de armazenamento e ciclagem de nutrientes, bem como, infiltração, regulação e distribuição de água no mesmo (BRADY, 2013).

A escolha de práticas conservacionistas de solo, principalmente no que tange a transição de solos florestais em solos agrícolas é de suma importância, uma vez que a sua falta resulta em problemas como escoamento superficial e erosão, gerando perdas em produtos e elementos nutricionais (TUCCI; CLARKE, 1997).

Os mesmos autores destacam que entre as práticas conservacionistas, podemos citar o terraceamento acompanhado de curvas em nível do solo, utilizados para diminuir a velocidade de escoamento superficial e direcionar esse escoamento, evitando assim processos erosivos, e conseqüentemente danos econômicos nas culturas implementadas.

Aliados ao manejo conservacionista do solo, o sistema de plantio direto com rotação de culturas, vem sendo muito utilizado. Assim, o sistema de plantio direto é uma técnica agrícola que se baseia no mínimo revolvimento do solo, mantendo a qualidade do solo e conseqüentemente, melhorando o desenvolvimento das culturas (EMBRAPA, 1998).

A rotação de culturas por sua vez, é uma prática utilizada para manter a qualidade de um solo, através da utilização de plantas de cobertura em períodos de entressafras. Dessa forma, esse sistema utilizando combinações diferentes de espécies, auxilia na manutenção de um sistema mais resiliente, além de fornecer inúmeras vantagens a médio prazo (STEILMANN, 2022; ALVES, 2021).

Outro aspecto relevante nesse processo é a caracterização química do solo. Determinada através de análises químicas, é um fator de grande importância na transição de solos florestais-agrícolas, pois através desses atributos é possível monitorar a qualidade desse solo (ZANINETTI et al., 2016), uma vez que esses atributos são diretamente modificados de acordo com a prática de manejo utilizada.

Campos et al. (2015), destaca a importância desse acompanhamento principalmente em áreas onde ocorre a substituição da vegetação de plantios florestais por plantios agrícolas. Dessa forma, essas análises são necessárias para a escolha correta das práticas de manejo a serem implementadas em determinado local,

melhorando assim a qualidade do mesmo e a obtenção de sistemas sustentáveis (CUNHA NETO et al., 2018; FREITAS, 2017).

A soja (*Glycine max*) é uma das principais *commodities* brasileira, sendo o Brasil o segundo maior produtor de grãos mundial da cultura. Sua produção apesar de alta, é bastante dependente de fatores externos como disponibilidade de nutrientes e condições ambientais (DOURADO NETO et al., 2012; CAVALCANTE et al., 2020).

Essa importância, faz com que cada vez mais se busque estratégias que alcancem melhorias nas condições de produção da cultura, como sistemas de plantio direto, acompanhamento de condições nutricionais e qualidade química do solo, buscando cada vez mais aumento na produtividade da mesma (KLUTHCOUSKI, et al., 2000).

Diante disso, a presente pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento de práticas de manejo de solo conservacionistas e avaliação da caracterização química de um solo, afim de adequar a área para produção da cultura da soja.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver práticas de manejo de solo conservacionistas e avaliação da caracterização química de um solo, afim de adequar a área para produção da cultura da soja.

2.2 Objetivos específicos

Planejar e executar práticas conservacionistas como: terraceamento, curvas de nível e rotação de culturas na área experimental;

Realizar análise, interpretação e correção de indicadores químicos do solo antes, durante e após um ano de transição floresta – cultura da soja;

Adequar a área para implantação da cultura da soja após um ano de manejo do solo.

;

3 JUSTIFICATIVA

A substituição de áreas com plantio florestal para áreas com cultivo agrícola, vem se tornando cada vez mais recorrente nos últimos anos. Essa alteração de cobertura de solo, requer práticas de manejo que geram modificações nas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo.

Assim, a utilização de práticas de manejo conservacionistas de solo, são uma alternativa que melhoram as condições ambientais da área, pois apresentam um revolvimento mínimo do solo, manutenção da cobertura vegetal, e melhorias nas condições de declividade do terreno.

A junção de boas técnicas de manejo de solo, com a adoção do sistema de plantio direto, faz com que a área apresente recuperação da degradação gerada pela transição floresta-agricultura em pouco tempo, melhorando a fertilidade da mesma e tornando-a mais produtiva, além de fornecerem inúmeros benefícios ao solo, como a diminuição de perdas de solo e nutrientes por erosão ou lixiviação.

Essa compreensão da funcionalidade de um solo de acordo com as diferentes formas de utilização, auxiliam o produtor rural no processo de manutenção de um sistema agrícola mais sustentável.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Manejo de solo

O solo é considerado um dos principais componentes de um conjunto de fatores de produção, sendo responsável por fornecer às plantas suporte, físico-químico como água e nutrientes (LEPSCH, 1987).

Rovedder et al. (2013) destaca que os solos podem ser classificados como solos urbanos, florestais e agrícolas, de acordo com as atividades exercidas sobre esse e suas especificidades de acordo com o tipo de cobertura de solo e manejo do mesmo.

Em áreas de solo pós floresta, a adoção de práticas conservacionistas é de suma importância, pois auxiliam na recomposição da matéria orgânica e na disponibilidade de nutrientes para as culturas agrícolas subsequentes, minimizando assim, impactos ambientais maiores (ARAÚJO, 2010). Seu planejamento correto é um passo inicial essencial para a obtenção de melhores resultados na produção das culturas (MACEDO; CAPACHE; MELO, 2009).

A cobertura do solo também é um fator importante para evitar prejuízos e danos em solos agrícolas, devido a eventos de erosão hídrica, assim, técnicas de manejo que aumentem a eficiência de práticas conservacionistas, pode ser considerado uma boa alternativa de evitar maior degradação do solo (GRIEBELER, et al., 2005).

O manejo de solos por sua vez, é um conjunto de técnicas aplicadas em uma área buscando a máxima produção agrícola, e engloba ações como, práticas culturais, correção e fertilidade do solo, operações de cultivo, entre outros (DE ALCANTARA; MADEIRA, 2008).

Dentre as práticas de manejo de solo, o terraceamento é uma das mais utilizadas, com a finalidade de diminuir a degradação do solo em áreas com declive (DENARDIN, et al., 1998). Construído basicamente por canais e diques de terra que servem de locais para infiltração da água, evitando o escoamento superficial por grandes distâncias e conseqüentemente a erosão do local (PASINI et al., 2017).

A escolha do tipo do terraceamento e seu dimensionamento é realizada avaliando características da área, como o tipo do solo, declividade do terreno, intensidade de chuvas e o nível de permeabilidade que o solo apresenta (ACKERMANN; ZHEVELEV; SVORAY, 2019).

4.2 Sistema de plantio direto e rotação de cultura

Plantio direto é caracterizado como um sistema onde o plantio de uma nova cultura em uma área, é realizado sobre os restos culturais da cultura anterior (EMBRAPA, 1998). Este, proporciona um menor impacto ao meio ambiente, através da proteção do solo pela palhada, com um mínimo revolvimento do solo e da utilização de rotação de culturas (OLIVEIRA; BORSZOWSKI, 2020).

A escolha da espécie de cobertura, assim como as condições ambientais da área, são fatores que influenciam diretamente na qualidade e quantidade da palhada que permanecerá no solo para a próxima cultura (NEMIRSCKI, 2019).

A rotação de culturas por sua vez, corresponde ao sistema de manejo de solo, onde o planejamento das culturas é de forma alternada, com a troca de espécies entre safras, utilizando culturas que apresentam diferentes sistemas radiculares, tendo assim um efeito residual positivo para a cultura posterior e conseqüentemente para o solo (SACHETTI, 2021).

A utilização de rotação de culturas, associada a manutenção de plantas de cobertura em uma determinada área, promovem a diversificação dos sistemas de cultivos utilizados, além de inúmeros benefícios como a conservação do solo, fornece regularmente matéria orgânica, além de aumentar a ciclagem de nutrientes (ALTIERI, 2012; FRASIER; QUIROGA; NOELLEMAYER, 2016).

Além desses benefícios, podemos citar a diminuição da utilização de insumos agrícolas e a redução de mão-de-obra na área agrícola (MILAGRES et al., 2018).

4.3 Caracterização química de solos

As propriedades químicas do solo são modificadas através da retirada da vegetação natural e do cultivo subsequente, sendo a camada arável, a mais alterada, devido as operações agrícolas nela desenvolvidas e a adição de fertilizantes e produtos corretivos de solo (MAIA; RIBEIRO, 2004).

Em ambos solos agrícolas e florestais, o acúmulo de compostos organominerais, assim como sua eluviação em solos, é determinado através da composição da cobertura vegetal presente na área, seja por serapilheira em florestas ou palhada em solos agrícolas (PRITCHETT; FISCHER 1987).

Compton; Boone (2002) relatam em estudos realizados, que solos antes florestais, substituídos por solos agrícolas, apresentam redução no teor de matéria orgânica, bem como alteração na ciclagem de nutrientes.

Isso ocorre devido a rápida mineralização do carbono biodegradável oriundo do solo florestal, assim como fatores que aumentam essa taxa de mineralização como temperatura, drenagem, mecanismos físicos de proteção desses agregados e tempo de exposição desse solo (KOUTIKA et al., 2000).

As principais alterações nas propriedades químicas do solo estão relacionadas ao pH e os teores de cátions, devido a dependência da fertilização natural do mesmo, uma vez que solos álicos aumentam a fertilidade do solo, enquanto os solos eutróficos diminuem (MAIA; RIBEIRO, 2004).

Outra modificação importante é acerca da fertilidade do solo, sendo uma principais modificações relacionadas ao uso e manejo do solo. Maia e Ribeiro (2004) destacam que mais da metade da matéria orgânica acumulada inicialmente é perdida nos primeiros anos de cultivo, devido aos inúmeros processos decorrentes, como a erosão e a decomposição microbiana, por exemplo.

A matéria orgânica é considerada como indicadora-chave na determinação da qualidade de um solo agrícola, além de atuar na ciclagem de nutrientes e na estruturação do solo (FREITAS et al., 2014). Sua redução é considerada uma das principais causas de degradação de solos agrícolas (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

A acidez do solo também é um fator relevante na hora de correção do solo. Ela pode ser classificada em três componentes, sendo, acidez ativa, acidez trocável e acidez potencial. A acidez ativa é a atividade dos íons de hidrogênio na solução, a trocável corresponde a quantidade de Al^{3+} adsorvido pelos coloides do solo, por fim, a potencial é a soma da acidez trocável e os íons de hidrogênio adsorvidos superficialmente nos coloides do solo, através de solução tampão (EBELING et al., 2008).

Com base nisso, foram criados critérios para neutralizar a acidez do solo, através de recomendação de calagem, sendo baseados principalmente no alumínio trocável, associado normalmente ao aumento dos teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} (COSCIONE et al., 2001). Na região sul brasileira, utiliza-se o método do pH SMP, baseado no valor do pH de equilíbrio obtido em suspensão do solo com uma solução tampão SMP, para recomendação de calagem (ERNANI; ALMEIDA, 1986), sendo considerado como

método rápido na determinação da necessidade de calagem de um solo (SHOEMAKER et al., 1961).

O fósforo e o potássio são elementos químicos essenciais no desenvolvimento de plantas. O fósforo, participa na composição de moléculas transportadoras de energia (ATP), bem como componente de moléculas de nucleotídeos (TRINDADE et al., 2011).

Também é considerado um dos nutrientes mais limitantes na produção de biomassa de alguns tipos de solo (NOVAIS; SMYTH, 1999). Isso ocorre devido à pouca mobilidade ocasionada através da sua adsorção aos colóides do solo na forma não trocável, sendo assim, nulo ou quase nulo sua disponibilidade às plantas (TOMÉ, 1997).

O potássio por sua vez, apresenta função de promover reciclagem de nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, atua na ativação de enzimas responsáveis por processos como fotossíntese, assim como na síntese de carboidratos e proteínas (CONTI, 2000).

4.4 Cultura da soja (*Glycine max*)

A soja (*Glycine max*) é uma das principais *commodities* produzidas no mundo, sua ampla finalidade de utilização em diversos segmentos, faz com que a cultura ganhe espaço cada vez mais no mercado nacional e internacional (FAVORETO, et al., 2019).

Dentre os inúmeros fatores que levaram a importância da cultura no cenário agrícola mundial, podemos citar a empregabilidade de pessoas em todos os processos de produção, fazendo com que outros setores da economia pudessem ser impulsionados (ROCHA, et al., 2018).

Nas últimas décadas, o aumento de áreas produtivas com a cultura da soja no Brasil, vem se tornando cada vez maior, sendo atribuída essa larga produção como uma cultura agrícola com impactos significativos para a economia nacional (SIQUEIRA, 2004).

Ferrarini (2022) destaca que nos últimos vinte anos, a área plantada da cultura no Brasil teve um aumento em 94%, com um ganho de rendimento médio de 50%. Entre os inúmeros fatores que contribuíram no avanço da cultura no país, podemos destacar a semelhança entre os ecossistemas da região sul brasileira e

estadunidense, o qual favoreceu assim a adesão de novas tecnologias e sua adaptação no país, com isso, gerando uma expansão maior da cultura no mercado internacional (FREITAS, 2011).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi realizada em propriedade particular, localizada na área rural do Município de Goioxim – Paraná, localizado na região centro oeste do Paraná, sob as coordenadas 25°01'16" S e 52°04'12" W (Figura 1).

Figura 01 - Localização da área experimental



Fonte: Adaptado de Google Earth (2022).

O solo da região apresenta ocorrência de dois tipos de solos, latossolo e neossolo (EMBRAPA, 2007). Os latossolos apresentam na sua grande maioria elevado grau de intemperismo, possuem baixa CTC da fração argila, variam de solos cauliniticos até oxidicos, sendo considerados solos evoluídos pedogenicamente (EMBRAPA, 2018). Os neossolos por sua vez, são formados por material orgânico pouco espessos, ou por material mineral não hidromórfico, apresenta baixa intensidade de processos pedogenéticos (EMBRAPA, 2006).

A vegetação é classificada como floresta ombrófila mista, e pertence ao Bioma Mata Atlântica (IPARDES, 2007). A floresta ombrófila mista é uma vegetação caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná), e ocorre em altitudes acima de 500m (VELOSO et al, 1991).

De acordo com a classificação de Koppen, o clima da região onde está localizada a área experimental é o Cfb, com clima temperado e verão ameno, a pluviosidade média entre 1100 a 2000 mm, bem como, temperaturas médias abaixo de 22 °C (ALVAREZ *et al.*, 2013).

5.2 Caracterização do experimento

A primeira fase da presente pesquisa foi realizada em conjunto com o acadêmico Bruno Henrique Garmus, do curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, onde fez parte do Trabalho de Conclusão de Curso no ano de 2021.

Essa parte em conjunto, refere-se ao manejo de solo inicial da área experimental, até a semeadura da primeira cultura.

A primeira fase iniciou-se com a colheita florestal da espécie *Pinus* sp. e posterior mapeamento do local. Após a demarcação dos talhões e subamostras, realizou-se a demarcação e construção de curvas de níveis e terraceamento necessários na mesma.

Com a demarcação pronta, realizou-se então a coleta e análise química da área, afim de traçar um panorama inicial da mesma. Com a análise química em mãos, realizou-se as devidas correções do solo, para introdução de culturas agrícolas.

Após a primeira correção do solo, antes da semeadura, verificou-se a segunda análise de solo, afim de proporcionar condições favoráveis para o desenvolvimento e alta produtividade da primeira safra da cultura da soja.

Por fim, após um ano de plantio agrícola, foi realizado uma terceira análise química da área experimental, afim de traçar o parâmetro após um ano da adequação da área experimental para produção da cultura da soja.

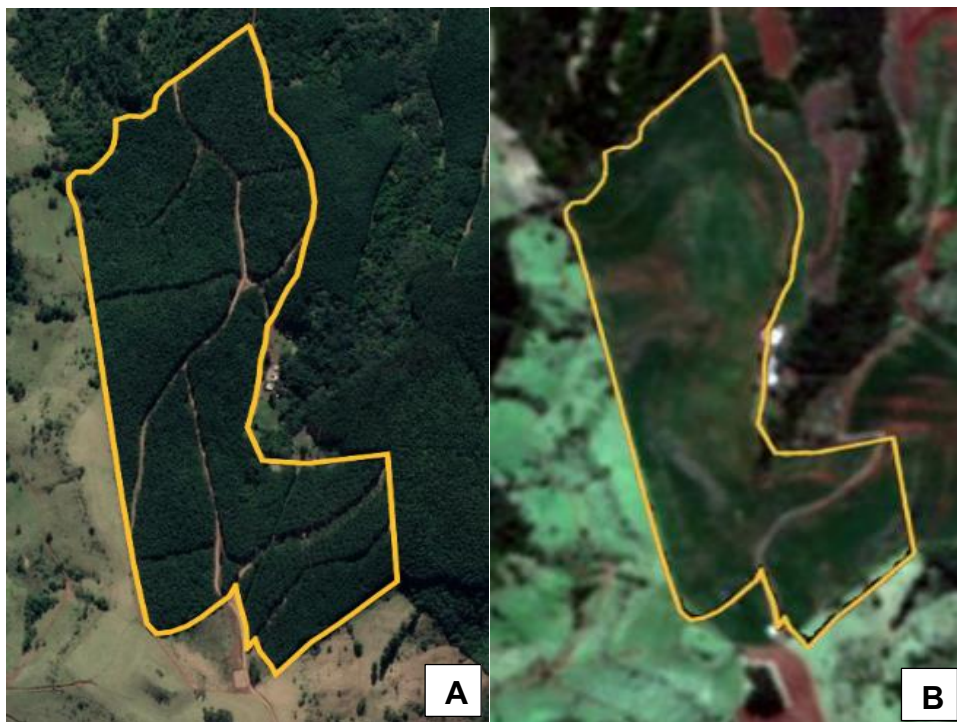
5.3 Colheita florestal

A primeira etapa da pesquisa foi a retirada da vegetação presente na área experimental – plantio da espécie *Pinus* sp.

Todos os processos envolvidos com a retirada da madeira e limpeza da área, foram realizadas através de maquinas próprias do proprietário da área, e não serão descritas nessa pesquisa, pois não compreendem o objeto de estudo.

A área antes e após a colheita podem ser observadas na figura 2.

Figura 2 - Área de estudo antes e após a colheita florestal



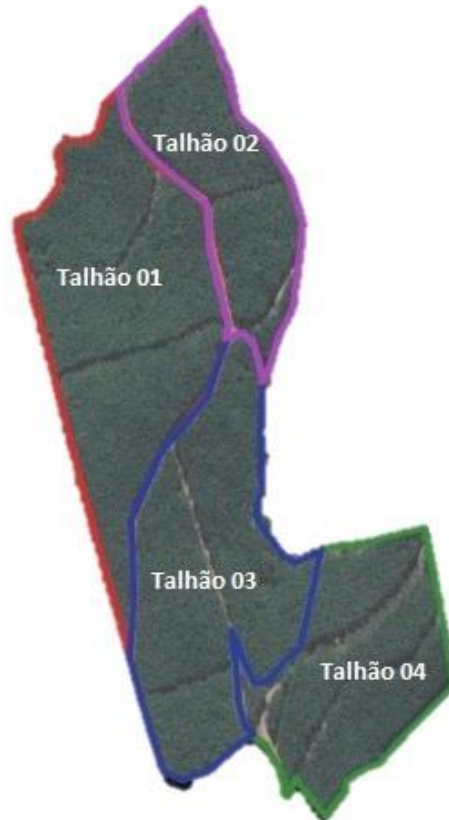
Legenda: A: Área antes da colheita florestal. B: Área após colheita florestal. Fonte: Adaptado de Google Earth (2021) e LandViewer (2022).

5.4 Mapeamento e demarcação de talhões

A área de estudo era composta inicialmente por plantio florestal comercial de *Pinus* sp., abrangendo 48 hectares de área. A mesma foi dividida em quatro talhões para melhor homogeneidade das amostras. Cada talhão, contou com três subamostras para coletas de solo.

A divisão dos talhões e sub amostras foram realizados no ano de 2021, antes da colheita florestal, através de imagens do Google Earth (2021), e as demarcações dos mesmos estão apresentadas na figura 3.

Figura 3 - Divisão de talhões da área de estudo



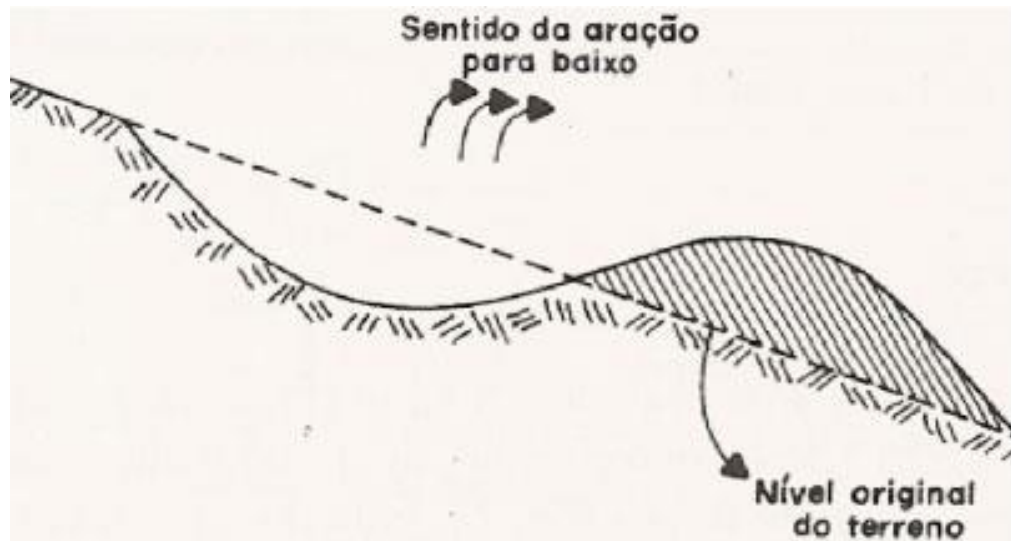
Fonte: GARMUS (2021)

5.5 Terraceamento e curvas de nível

Para construção do terraceamento da área de estudo, inicialmente foi realizado um mapeamento do local, através de medições de declividade. Com o mapeamento pronto, determinou-se a utilização de terraceamento do tipo Nichols, pois a declividade do terreno compreendia uma variação entre 8 e 12% (GODINHO et al., 2008).

Esse modelo de terraceamento apresenta canais de secção construídos movimentando o solo para baixo, através de corte da parte superior e aterro na parte inferior, conforme figura 4, levando em consideração o tamanho da área, a topografia do terreno, bem como, o destino da água (FRANCO, 2018).

Figura 4 - Modelo de terraceamento do tipo Nichols



Fonte: Pruski (2008)

Após a determinação do melhor tipo de terraceamento para a área em estudo, determinou-se com base na forma do terreno, a quantidade de curvas de nível necessárias e a distância entre as mesmas com auxílio do equipamento nível.

5.6 Análise de fertilidade do solo

Para realização das análises, nas três épocas pré-determinadas, foram coletadas amostras de solo em uma profundidade de 0-20 cm com auxílio de pá de corte. As amostras foram então armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas à laboratório de Análises de Solos de empresa terceirizada da região de Goioxim.

Para cada análise, foram coletadas 3 amostras em cada talhão, perfazendo um total de 12 amostras na área de estudo.

5.6.1 pH em CaCl_2

A determinação de pH em CaCl_2 , foi realizada conforme metodologia proposta pela Embrapa (1997).

Para isso, 10 ml de solo foram colocados em um copo de plástico com volume de 100 ml, juntamente com 25 ml de solução salina (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹). Após, as amostras foram homogeneizadas com auxílio de bastão de vidro e colocadas em repouso por uma hora.

Por fim, as amostras foram homogeneizadas e submetidas a análise de pH com medidor de pH digital.

5.6.2 Teor de Fósforo (P) e Potássio (K)

A metodologia utilizada para as análises foi proposta por Teixeira *et al.* (2017). Assim, 10 g de amostra de solo finas previamente secas ao ar, foram colocadas em Erlenmeyer de 125 ml, juntamente com 100 ml da solução extratora Mehlich 1 (0,05 mol.L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol.L⁻¹).

Homogeneizou-se essa solução com as amostras de solo por cerca de cinco minutos em equipamento agitador, e após, as mesmas permaneceram paradas para decantação por uma noite.

Com a solução matriz pronta, a mesma foi utilizada para determinação dos teores de fósforo (P) e potássio (K).

Para determinação de fósforo, 5 ml da solução matriz foi transferido para um novo recipiente juntamente com 10 ml de solução ácida de molibdato de amônio diluído e 30 mg de ácido ascórbico em pó (reductor). Agitou-se a solução por dois minutos em agitador circular, e após, a mesma permaneceu em descanso por uma hora, para desenvolvimento de coloração. Em caso onde a solução apresentava elevada concentração, a solução matriz era diluída antes da adição da solução de molibdato de amônio para posterior leitura.

Por fim, foi realizada a leitura da solução final através de espectrofotômetro UV-Vis com comprimento de onda de 660 nm. A concentração de fósforo disponível no solo (mg kg⁻¹) foi obtido através da equação abaixo, em que, L é a leitura da amostra (absorbância); b é o coeficiente linear da reta dos padrões; a é o coeficiente angular da reta dos padrões (intercepto); d é o fator de diluição da solução extratora Mehlich (d=1 quando não houver diluição de amostra) e o Valor 10 – valor da diluição solo: solução extratora.

$$P = \frac{(L - b)}{a} \cdot d \cdot 10$$

Para a determinação de potássio (K) trocáveis, a solução matriz foi passada em fotômetro de chama. A equação utilizada está descrita abaixo, onde L é a leitura

da amostra em meq L⁻¹, d é fator de correção que considera a diluição do extrato de leitura (quando necessário).

$$K = L. d. 390$$

5.6 3 Acidez Potencial

A metodologia utilizada para determinação da acidez potencial do solo, foi baseada em metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017).

Assim, cinco gramas de amostra fina de solo já seca previamente ao ar, foi colocada em Erlenmeyer de 125 ml, e adicionado a amostra 75 ml de solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ com pH 7,0.

Agitou-se essa solução por dez minutos em agitador, deixando a amostra posteriormente em repouso até o dia seguinte. No outro dia, transferiu-se 25 mL da porção sobrenadante para outro tubo, com cuidado para não transferir partículas de solo com a solução. Adicionou-se então três gotas de solução fenolftaleína e titulou-se a mesma com solução padronizada de 0,025 mol.L⁻¹ de NaOH até a mesma desenvolver coloração rósea.

A equação para determinação da acidez potencial está descrita na equação abaixo.

$$(H^+ + Al^{3+}) = (Va - Vb). 1,65. f$$

Onde, H⁺+ Al³⁺ é a acidez potencial do solo; Va é o volume (ml) da solução padronizada de NaOH mol.L⁻¹ que foi utilizado para titulação; Vb é o volume de NaOH mol.L⁻¹ utilizado na prova em branco; valor 1,65 é fator de correção um; f é fator de correção dois (padronização da solução de NaOH).

5.6 4 Matéria Orgânica

O teor de matéria orgânica foi determinado por metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017). Para isso, cinco gramas de amostra fina de solo já seca previamente ao ar, foi macerada em cadinho, e posteriormente peneirada à 80 mesh e colocada em estufa a 65°C por um período de 24 horas.

Após o período estipulado, a amostra foi esfriada em dessecador até seu resfriamento total, sem a absorção de umidade. Com a amostra fria, pesou-se então

a massa seca da mesma em balança analítica. Após, a amostra foi colocada em mufla por um período de 6 horas a uma temperatura de 600 °C, sendo posteriormente esfriada em dessecador até seu resfriamento total, sem a absorção de umidade.

Por fim, pesou-se o resíduo incinerado que sobrou no cadinho. A equação utilizada para determinação do teor de matéria orgânica (g.kg^{-1}) está descrita abaixo.

$$MOS = \frac{\text{massa seca (65}^\circ\text{C)} - \text{massa do resíduo (600}^\circ\text{C)}}{\text{massa seca (65}^\circ\text{C)}} \cdot 1000$$

5.8 Correção da fertilidade do solo

Os dados obtidos após as análises de solos, foram interpretados para determinação da caracterização química do mesmo, e assim determinar a necessidade de suprimento de cada aspecto, afim de suprir possíveis necessidades minerais do mesmo.

Conforme necessário, após as três análises químicas, utilizou-se correção da fertilidade do solo através de adubação e calagem de toda área experimental.

5.9 Sistema de rotação de culturas

Após a primeira correção da fertilidade do solo, a cultura implantada inicialmente na área experimental foi a soja.

Após a colheita da mesma, iniciou-se o sistema de plantio direto, com a entressafra composta pela utilização de plantas de cobertura de milheto (*Pennisetum americanum* L.), a fim de proporcionar maior matéria orgânica no solo, melhor descompactação e manutenção de cobertura vegetal da área.

Após dessecação do milheto, a cultura de inverno implantada na área experimental foi o trigo (*Triticum* sp.), e posterior colheita, finalizando o primeiro ano de cultivo agrícola novamente com a implantação da cultura da soja.

5.10 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram: solo após floresta; solo após manejo de solo e solo após um

ano para comparação das demais variáveis. Após obtidos os dados, os mesmos foram digitalizados em planilha eletrônica Excel®, e posteriormente submetidos ao teste de normalidade, seguido de análise de variância, com comparação de médias entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do programa estatístico R versão 4.0.2 (R Core Team, 2019).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Manejo e preparação inicial do solo na área de estudo

O planejamento e manejo do solo da propriedade foi iniciado após o término da colheita florestal que incidia na área, sendo realizado posteriormente a correção do solo, e o sistema de implantação das culturas subsequentes. Vale ressaltar que os procedimentos de colheita florestal não fazem parte do objeto desta pesquisa, não sendo relatados na mesma.

O manejo iniciou-se através do arranque de tocos florestais presentes, emparelhamento do solo, revolvimento com grade aradora, nivelamento e construção de terraceamento.

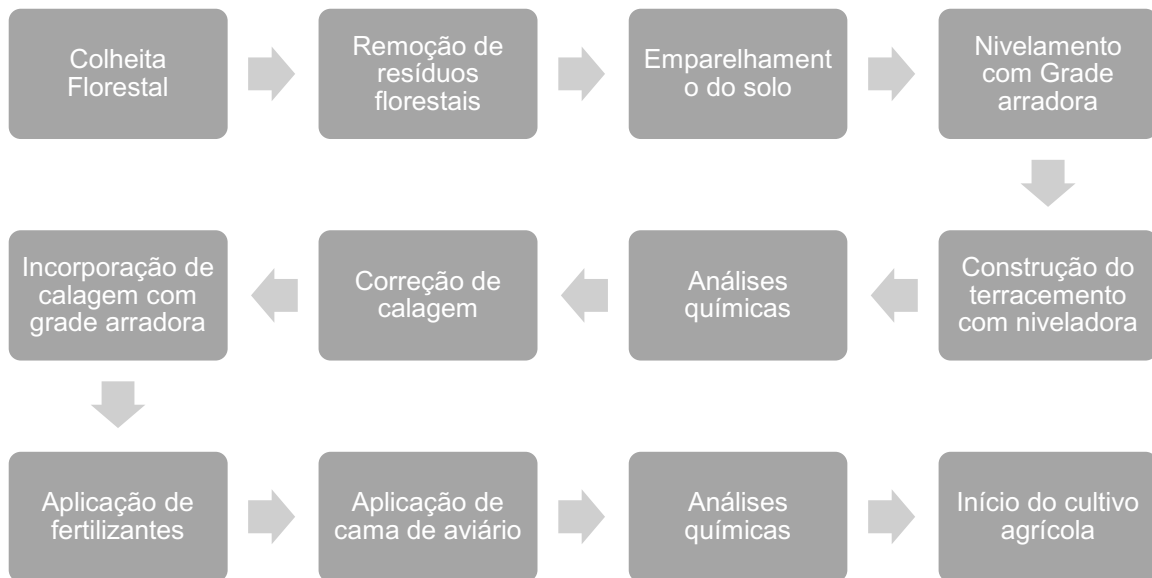
A primeira etapa realizada na área foi a retirada de resíduos florestais e arranquio dos tocos com auxílio de retroescavadeira. Resíduos florestais como, cascas, galhos, árvores mortas ou doentes, raízes e tocos são restos de vegetação deixados no local, oriundos de colheita da madeira e que não apresentem utilização definida (SOUZA, 2010; ALMEIDA, 2016).

A colheita florestal é a prática silvicultural que apresenta maiores prejuízos a uma área, devido aos elevados índices de exportação de nutrientes (BELLOTE et al., 2008). Quando a exportação de nutrientes for maior que as entradas de nutrientes na área, esse balanço nutricional solo-plantas é negativo, conseqüentemente reduz assim o potencial produtivo dessa área (PAES et al., 2013), sendo necessário a utilização de práticas conservacionistas de manejo de solo, que busquem a recuperação e equilíbrio do solo.

Após o arranquio dos tocos, iniciou-se o preparo do solo afim de melhorias em aspectos como estrutura e maior uniformidade dos agregados do solo, através de mínimo revolvimento do mesmo, evitando assim maior degradação física, química e biológica no local.

A figura 5 apresenta um esquema das atividades realizadas no processo de preparação do solo na área de estudo.

Figura 5 - Esquema representativo das etapas realizadas durante o manejo inicial e preparo do solo



Fonte: Autoria própria (2022).

Após a remoção dos resíduos florestais, foi realizado o emparelhamento do solo (Figura 6A). Esse processo foi realizado com auxílio de trator com grade aradora acoplada, afim de revolver o solo a uma profundidade de 15 a 20 cm. O revolvimento na preparação do solo para implantação de culturas agrícolas apresenta finalidade de deixar o solo em condições adequadas de receber as sementes, favorecendo assim o crescimento inicial da cultura, além de alterar atributos físicos do solo, facilitando as etapas subsequentes (SILVA, 2021).

Após o emparelhamento do solo, o nivelamento do terreno (Figura 6B) foi realizado utilizando aparelho de nível móvel e trator com niveladora acoplada. Esse processo foi realizado para determinar quantos níveis seriam necessários para posterior construção das curvas de nível.

O processo de construção de curvas de nível traz inúmeros benefícios à cultura implementada na área, porém requer conhecimentos das condições gerais da propriedade. A remoção de partes mais elevadas para depósito em partes mais baixas, pode gerar diferenças na fertilidade do solo, ocasionando desuniformidade no crescimento das plantas, afetando diretamente a produtividade da cultura (MORAES; DYNIA, 1998).

Figura 6 – Preparo inicial do solo para plantio de culturas agrícolas



Legenda: A. Utilização de grade aradora; B. Avaliação do nível da área para construção de curvas de nível. Fonte: GARMUS (2021).

Após o emparelhamento, realizou-se a primeira coleta de amostras para análises químicas, buscando traçar o panorama das condições iniciais do solo, antes do início das correções necessárias. A quantidade de aplicação de nutrientes e calagem, foi determinada com base no Manual de Adubação e Calagem do Paraná.

A correção do solo com calagem, foi realizada no mês de setembro de 2021, com aplicação de calcário (Fort Cal) e posterior revolvimento do solo com grade aradora para melhor incorporação do produto.

A aplicação de calcário é utilizada na correção da acidez do solo, fornecendo e disponibilizando assim, nutrientes para serem utilizados nas culturas. A aplicação pode ser superficialmente ou incorporado ao solo através de gradagem (POTTKER; BEN, 1998).

Por fim, antes do início do primeiro plantio na área de estudo, realizou-se a fertilização do solo, para corrigir os índices de P, S e Ca no solo. A aplicação de Superfosfato Simples foi realizada a 7 cm de profundidade do solo, e espaçamento entre linhas de 18 cm, através de plantadeira acoplada em trator.

Enquanto que a aplicação de cama de aviário na área, foi realizada para melhorar a qualidade nutricional, bem como aumentar a matéria orgânica do mesmo antes da semeadura.

6.2 Análise e correção da fertilidade do solo

6.2.1 Acidez Potencial e pH em CaCl₂

Os resultados obtidos para as variáveis analisadas de saturação por bases e pH dos quatro talhões amostrados durante o primeiro ano de cultivo agrícola na área experimental estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Média de saturação por base (V%) e pH em CaCl₂ dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm

	Saturação por bases (V%)			pH (CaCl ₂ 0,01 mol. dm ³)		
	Antes manejo	Após manejo	Após primeiro ano	Antes manejo	Após manejo	Após primeiro ano
Talhão 01	41,09 a	49,20 a	62,60 b	4,4 a	4,77 a	5,42 a
Talhão 02	46,11 a	49,20 a	60,90 b	4,5 a	4,77 a	5,43 a
Talhão 03	41,10 a	49,30 a	57,00 b	4,3 a	4,79 a	5,39 a
Talhão 04	40,33 a	48,00 a	70,20 a	4,4 a	4,78 a	6,04 a
Média geral entre talhões	42,16 C	48,90 B	62,67 A	4,40 A	4,77 A	5,5 A
CV%	7,99%	1,68%	3,86%	9,78%	11,59%	5,76%

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e letras maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2022).

Os índices avaliados antes da implantação agrícola e após o primeiro ano de manejo, tiveram um aumento em todos os talhões avaliados.

Para a variável saturação por bases (V%), pode-se analisar que nas três análises realizadas, houve um aumento significativo de forma gradual entre as mesmas, diferenciando-se estatisticamente uma das outras.

Esse aumento após um ano de plantio, tornou a área com valor dentro do recomendado pelo Manual de adubação e calagem do Estado do Paraná (2017). Onde, para o cultivo de soja, o recomendado é uma saturação entre 51% e 70%. Nota-se que para a safra 2021/2022 da soja, a área experimental apresentava valores de V% abaixo do esperado, mesmo após o manejo, com média final de 48,90%, melhorando de forma significativa para a safra 2022/2023, se enquadrando assim na recomendação para a cultura.

A média de pH (CaCl_2 0,01 mol.dm³) da área experimental também teve um aumento após as práticas adotadas, semelhante a primeira variável analisada. A média após a primeira correção de solo, e antes da primeira semeadura foi de 4,77, abaixo do recomendado pelo Manual de adubação e calagem do Estado do Paraná (2017) para o cultivo de soja.

Enquanto que após o primeiro ano de manejo do solo, essa variável foi de 5,5, estando dentro do recomendado para a cultura da soja pelo Manual, o qual recomenda valores de pH entre 5,0 e 5,5. Esse aumento para as duas variáveis analisadas, mostra a importância da adoção de práticas conservacionistas adequadas em solos agrícolas, com adequação da mesma para implantação da cultura desejada.

Oliveira et al. (2015) explica que a acidez do solo, é um fator importante para o desenvolvimento de culturas agrícolas, sendo necessário a adequação das propriedades químicas através de práticas como a calagem, pois a mesma diminui a acidez, aumentando o pH do solo e melhorando assim a saturação de bases (V%) do solo, a níveis adequados para a cultura desejada.

Para a realização da calagem, atualmente o calcário é o produto mais utilizado na agricultura. Melhorias no desenvolvimento de culturas, após a aplicação de calcário já foram relatadas nas culturas de milho (BLEVINS, et al., 1978; SÁ, 1995; FAGERIA, 2001; CAIRES et al., 2004), forrageiras (KOCH; ESTES, 1986), plantas de cobertura (RECHCIGL et al., 1985; WOLF et al., 1994), trigo (COVENTRY et al., 1992; SÁ, 1995; FREITAS et al., 1999), soja (SÁ, 1995; FAGERIA, 2001; CAIRES; FONSECA, 2000), feijão (FAGERIA, 2001; FERNANDES, et al., 2013).

O calcário utilizado para correção da calagem do solo foi o Fort Cal, esse produto apresenta um Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 96%, Poder de Neutralização (PN) de 98% e Eficiência Relativa (ER) de 98% (GUERRA; KAWAKAMI, 2018).

Cassol (2017), destaca que é importante a utilização recomendada de calcário no solo, uma vez que o seu uso constante gera uma alcalinidade do solo, ocasionando assim a redução da disponibilidade de fósforo, bem como aumenta a perda de nutriente e outros micronutrientes do solo.

6.2.2 Teor de Fósforo (P) e Potássio (K)

Os teores de fósforo e potássio no solo estão apresentados na tabela abaixo, dos quatro talhões amostrados durante o primeiro ano de cultivo agrícola na área experimental estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Médias de teores de fósforo e potássio no solo dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm

	Teor de Fósforo (mg/dm ³)			Teor de Potássio (cmol/dm ³)		
	Antes manejo	Após manejo	Após primeiro ano	Antes manejo	Após manejo	Após primeiro ano
Talhão 01	3,3 a	3,17 a	4,28 b	0,43 a	0,25 a	0,37 a
Talhão 02	3,1 a	3,17 a	3,76 b	0,26 b	0,25 a	0,41 a
Talhão 03	3,1 a	2,95 a	3,58 b	0,28 b	0,26 a	0,38 a
Talhão 04	2,8 a	3,45 a	7,38 a	0,15 c	0,24 a	0,31 a
Média geral entre talhões	3,07 B	3,19 B	4,75 A	0,28 B	0,25 B	0,37 A
CV%	13,61%	9,21%	7,84%	6,95%	11,15%	15,27%

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e letras maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados apontam que para os níveis de fósforo e potássio no solo, houve diferença significativa entre o preparo inicial da área e após um ano de manejo da área.

Rajj et al. (2001), destaca que o fósforo (P) é um dos nutrientes fundamentais para o desenvolvimento adequado e alta produtividade da cultura da soja. Da mesma forma, Sacramento; Rosolem (1998), complementam essa importância também com o nutriente potássio (K), sendo o mesmo, um dos mais absorvidos e exportados pela cultura da soja.

A eficiência agrônômica dos adubos fosfatados pode ser afetada pelas fontes de fosfato, propriedades do solo, modos de aplicação e espécies vegetais (Chien & Menon, 1995). O processo de adsorção de P pelos óxidos, hidróxidos e oxiidróxidos de ferro e alumínio é um dos principais fatores envolvidos na insolubilização desse nutriente em solos tropicais (Lopes & Cox, 1979)

Comparando os dados obtidos através das análises realizadas, com os dados de recomendação de aplicação do Manual de Adubação e Calagem do Paraná, determinou-se que o teor de fósforo um ano após o manejo, se enquadra como nível baixo, necessitando de correção do mesmo no solo. Já o nível de potássio, enquadra-se como nível médio de teor de K no solo.

6.2.3 Matéria orgânica

Os índices de matéria orgânica da área experimental nos talhões avaliados, estão apresentados na tabela 3.

Pode-se observar que entre a primeira análise de solos e a segunda, houve um aumento nos teores de matéria orgânica do solo em média de 15,19 g/dm³, após a correção do mesmo. Enquanto que entre a análise antes da primeira semeadura e após um ano de implantação das culturas agrícolas esse teor aumentou, porém não se diferenciou estatisticamente.

Esse aumento e manutenção dos teores de matéria orgânica do solo, comprova que a adubação utilizada tornou a área mais homogênea nesse quesito. Essa manutenção se deve a utilização de complementação química e orgânica, associado a matéria orgânica proveniente da palhada vegetal presente na área.

Tabela 3 - Índice de matéria orgânica (g/dm³) dos talhões avaliados, no primeiro ano de manejo do solo, na profundidade de 0-20cm

	Matéria Orgânica (g/dm ³)		
	Antes manejo	Após manejo	Após primeiro ano
Talhão 01	34,93 a	41,58 a	42,00 a
Talhão 02	24,19 bc	41,58 a	41,50 a
Talhão 03	26,86 b	41,5 a	41,23 a
Talhão 04	18,81 c	40,81 a	42,19 a
Média geral entre talhões	26,18B	41,37A	41,73 A
CV%	13,52%	1,98%	7,04%

Médias seguidas por letras minúsculas na coluna e letras maiúscula na linha não se diferenciam estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autoria própria (2021).

6.3 Correção da fertilidade do solo

Os fertilizantes e produtos utilizados para a correção das variáveis analisadas durante o manejo inicial na área de estudo antes da implantação da soja safra 2021/2022, estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Doses de fertilizantes utilizados durante o manejo inicial do solo da área

Produto	Calcário (FORT Cálcio)	Adubo formulado (NPK)	Adubação orgânica Cama de aviário)	Superfosfato simples (P, S e Ca)
Unidade	Kg/ha	kg/ha	kg/ha	Kg/ha
Talhão 01	2.210	310	4.958	400
Talhão 02	1.720	310	4.958	400
Talhão 03	2.430	310	4.958	400
Talhão 04	2.210	310	4.958	400

Fonte: Autoria própria (2021).

As recomendações utilizadas foram baseadas nas análises químicas do solo, bem como no Manual de adubação e calagem do estado do Paraná.

As reposições de nutrientes e correção do solo durante o primeiro ano de cultivo agrícola na área experimental, foram durante o plantio do milho, onde aplicou-se 10 sacas de Superfosfato simples por alqueire de área plantada, e antes do plantio do trigo, com aplicação de calcário FortCal na proporção de 8000 kg/alqueire de área plantada.

O aumento dos atributos acidez e bases trocáveis do solo após cultivo agrícola, também foi relatado por Enck et al. (2020), sendo decorrente da realização de prática de calagem no solo durante o processo de preparo da área.

A segunda safra de soja (2022/2023) foi plantada com a adição do bioinoculante NitroMax da Basfoliar® (*Bradyrhizobium japonicum*), como suplementação de bactérias auxiliaadoras na fixação de nitrogênio pela planta.

A inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio na cultura da soja, vem sendo recomendada sem a adição complementar de fertilizantes nitrogenados (ARATANI, et al., 2008).

6.4 Sistema de rotação de culturas

A sequência de culturas implantadas na área foi a cultura da soja como precursora da área experimental, seguido pela cultura do milho como planta de cobertura, posterior a cultura de inverno do trigo, e finalizando o primeiro ano com a implantação da cultura da soja novamente.

O esquema representativo da rotação de culturas no sistema de plantio direto do primeiro ano da área experimental, está apresentado na figura 7.

Figura 7 – Esquema representativo da rotação de culturas no sistema de plantio direto do primeiro ano da área experimental



Fonte: Autoria própria (2022).

A primeira cultura implantada na área, foi a cultura da Soja (*Glycine max*) através das cultivares TMG 7062 e TMG 5909 no dia 25 de setembro de 2021 (Figura 8). A cultivar TMG 7062 foi plantada com espaçamento de 8,33 cm entre as sementes, totalizando 12 sementes por metro linear. Enquanto que, a cultivar TMG 5909 foi plantada com espaçamento de 6,25 cm entre as sementes, totalizando 16 sementes por metro de linear.

Figura 8- Cultura da Soja na área experimental



Legenda: A. Plantio da soja safra 2021/2022. B. Desenvolvimento da cultura da soja safra 2021/2022. Fonte: Autoria própria (2021-2022).

A colheita da cultura da soja foi realizada no dia 20 de março de 2022. Ao todo foram colhidas em média 45 sacas de grãos por hectare plantado na área experimental, totalizando 2.178 sacas de grão na área total.

A produção média registrada para cultura da soja na safra 2021/2022 no Paraná foi de 35,6 sacas/ha, ou 2.139 kg/ha (CANAL RURAL, 2022). Essa média de produção no Estado foi de 9,4 sacas/ha abaixo da produtividade obtida na área experimental, o que traz bons resultados com a pesquisa e as técnicas utilizadas durante essa pesquisa.

A implantação do sistema de plantio direto em solos agrícolas antes manejados em sistema convencional, melhora as qualidades físicas do solo, como redução da macroporosidade, reflexo da reorganização morfoestrutural do perfil de solo referente (BRONICK; LAL, 2005; CARDOSO et al., 2006).

Essa transformação, faz com que as raízes da cultura da soja se desenvolvam em camadas mais profundas, colonizando um volume maior de solo quando comparados ao sistema convencional, aumentando também a produtividade da cultura (JOHNSON, et al., 1990).

Figura 9 - Primeira safra de soja (2021/2022) na área experimental



Legenda: A. Cultura da soja safra 2021/2022 em fase de colheita; B. Vagem de soja safra 2021/2022. Fonte: Autoria própria (2022).

A cobertura de solo entre a cultura da soja e do trigo foi realizada com a espécie milheto. O plantio do milheto na área de estudo foi realizado logo após a colheita, no dia 25 de março de 2022, com adição de dez sacas de supersimples por alqueire de área plantada. O desenvolvimento da cultura do milheto está apresentado na figura 10. A dessecação da cultura foi realizada no dia 10 de junho de 2022.

A cultura do milheto é muito utilizada em sistemas de plantio direto, pois apresenta um desenvolvimento rápido e grande produção de massa verde, fazendo com que o mesmo em fase vegetativa se torne supressor de plantas infestantes (SOUZA, et al., 2000).

A maior produção de biomassa, aliada a resistência da cultura á déficit hídrico, e baixo custo de aquisição das sementes, faz com que a gramínea ganhe destaque na escolha de plantas de cobertura (SILVA et al, 2006). Outro aspecto relevante da cultura, é sua rápida decomposição de resíduos vegetais de alta relação C/N, quando plantadas em condições ambientais favoráveis (CABEZAS et al., 2004).

Figura 10 - Cultura do milho na área experimental



Legenda: A. Espiguetas de milho; B. Cultura implantada na área experimental. Fonte: Autoria própria (2022).

O milho é utilizado em sistemas de plantio direto como cobertura morta do solo, utilizando densidade de semeadura alta, faz com que ocorra uma cobertura do solo mais rápida, com alto índice de volume de massa verde quando dessecado na pré-floração (PEREIRA FILHO et al., 2003).

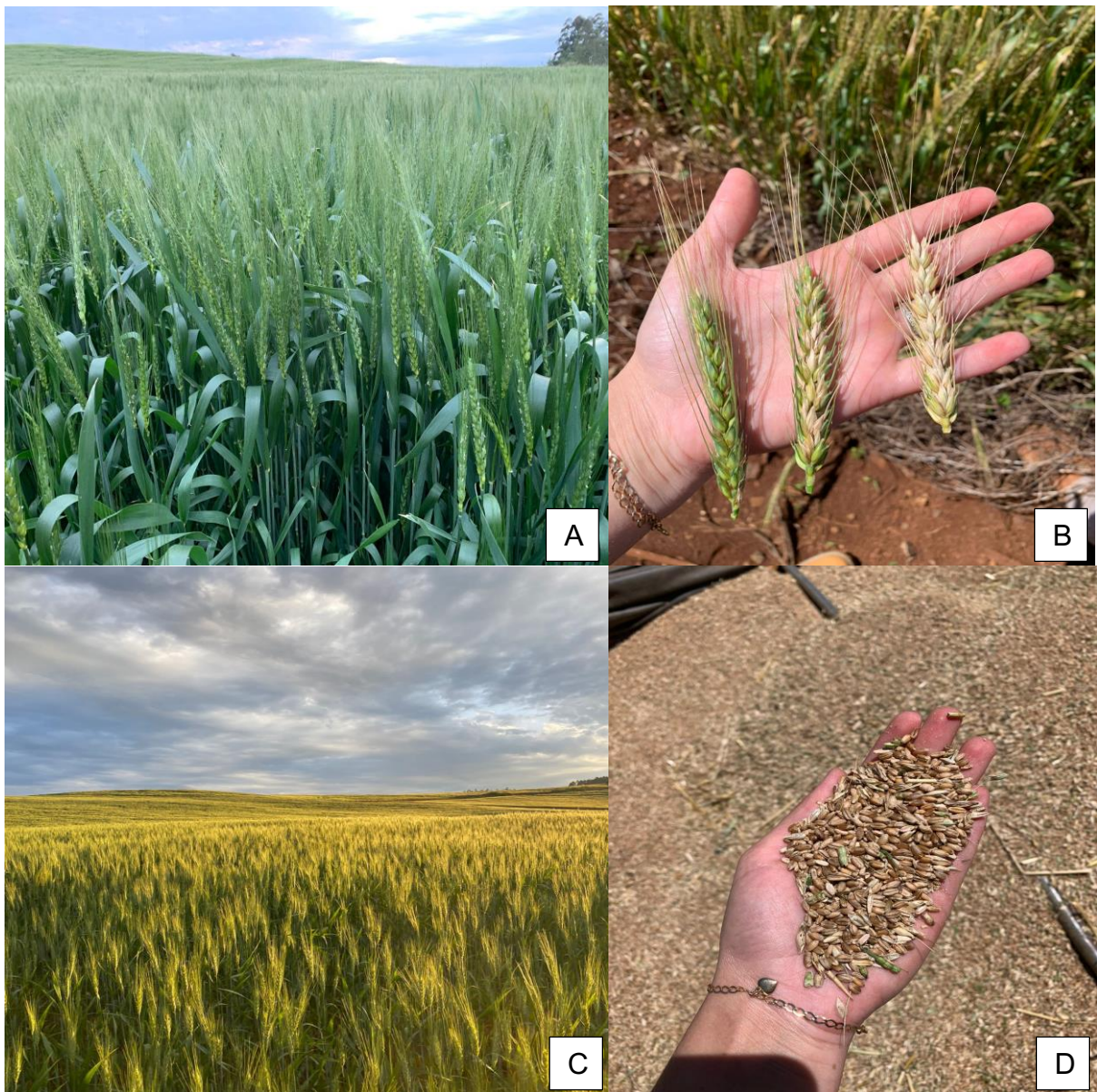
Em áreas agrícolas onde não ocorre a utilização de plantas de cobertura, principalmente as que apresentam potencial na produção de biomassa, geram solos empobrecidos também fisicamente, e conseqüentemente, redução na produção da principal safra anual (PIRES et al., 2008).

Após a dessecação do milho, foi realizado correções da acidez do solo novamente através da aplicação de calcário calcítico, perfazendo um total aplicado de oito toneladas por alqueire.

A cultura de inverno plantada na área de estudo foi a cultura do trigo (Figura 11). Seu plantio foi realizado entre os dias 24 e 26 de junho e a colheita do mesmo foi realizada no dia 20 de novembro de 2022.

A eficácia na semeadura direta das culturas em sistema de plantio direto, estão diretamente relacionadas a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais produzidos em plantas de cobertura (GONÇALVEZ, CERETTA, 1999).

Figura 10 - Cultura do trigo na área experimental



Legenda: A. Cultura do trigo na área experimental; B. Três fases de maturação da espiga do trigo; C. Cultura em fase madura; D. Grão da cultura pós colheita. Fonte: Autoria própria (2022).

Após a colheita da cultura do trigo, foi realizada o plantio da cultura da soja novamente na área no dia 20 e 21 de novembro, finalizando o primeiro ano de plantio direto na área de estudo.

O plantio da soja foi realizado sobre a palhada do trigo (Figura 12), com o mínimo de revolvimento do solo, seguindo os princípios da metodologia abordada.

A manutenção da palhada do trigo antes da semeadura de nova cultura, tem se tornado uma boa opção em sistemas de plantio direto, uma vez que a decomposição da palhada de gramíneas apresenta decomposição mais lenta, fornecendo um aporte de nitrogênio com liberação gradual no solo, além de tempo de cobertura e proteção mais elevado, devido sua elevada relação C/N (SANTOS, 2020).

Figura 12 - Plantio da cultura da soja (safra 2022/2023) sobre a palhada de trigo



Legenda: A. Palhada de trigo após colheita; B. Plantio da soja com revolvimento mínimo do solo. Fonte: Autoria própria (2022).

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que a transformação de solos florestais para solos agrícolas é viável na região de estudo, desde que haja um planejamento adequado antes do plantio de grandes culturas, como escolhas de práticas conservacionistas e correção dos atributos químicos do solo através de análises de solo.

Todos os atributos avaliados melhoraram após um ano de manejo do solo na área experimental, e as técnicas utilizadas nesse estudo proporcionaram uma colheita de grãos elevada na safra 2021/2022, acima da média de produtividade da cultura da soja no estado do Paraná.

Após um ano de acompanhamento, o solo está em condições adequadas para continuação do sistema agrícola na área experimental.

REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, O.; ZHEVELEV, H. M.; SVORAY, T. Agricultural systems and terrace pattern distribution and preservation along climatic gradient: From sub-humid mediterranean to arid conditions. **Quaternary International**, v. 502, p. 319–326, 2019.
- ALMEIDA, Bruno Oliveira de. **Viabilidade do aproveitamento de resíduos florestais**. Dissertação de mestrado em Ciências, Programa: Recursos Florestais. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2016.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. - 3.ed. rev. ampl. - São Paulo: Rio de Janeiro: Expressão Popular, AS-PTA 2012.
- ALVES N. M. Viabilidade técnica e econômica de sistemas de produção de grãos. 2021. 151 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, PR, 2021.
- ARATANI, Ricardo Garcia et al. Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto. **Bioscience Journal**, p. 31-38, 2008.
- ARAÚJO, Adriana Oliveira. Avaliação de Propriedades Físicas dos Solos e da Macrofauna Edáfica em Áreas Submetidas a Manejo Florestal de Vegetação Nativa na Chapada do Araripe. 2010. 76 f. : Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, Fortaleza-CE, 2010.
- BELLOTE, A.F.J.; DEDECEK, R.A. & SILVA, H.D. Nutrientes minerais, biomassa e deposição de serapilheira em plantio de *Eucalyptus* com diferentes sistemas de manejo de resíduos florestais. **Pesq. Flor. Bras.**, 56:31-41, 2008.
- BLEVINS, R.L.; MURDOCK, L.W. & THOMAS, G.W. Effect of lime application on no-tillage and conventionally tilled corn. **Agron J.**, 70:322-326, 1978.
- BRADY, N. C. Elemento da natureza e propriedade do solo. **Ciências do solo**. 3a Edição tradução técnica: Igo Fernando Lopsch, Porto Alegre Bookman. p, 186, 2013.
- BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v.124, p.3-22, 2005.
- CABEZAS, W.A.R. et al. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.4, p.1005-1013, 2004.
- CARDOSO, Eduardo Garcia et al. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 493-501, 2006.
- CAIRES, E. F. et al. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 125-136, 2004.

CAIRES, EDUARDO FÁVERO; FONSECA, ADRIEL FERREIRA DA. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, v. 59, p. 213-220, 2000.

CAMPOS, M. C. C.; BERGAMIN, A. C.; CUNHA, J. M.; OLIVEIRA, I. A. Caracterização dos atributos do solo em ambiente natural e transformado na região Sul do Amazonas. Goiânia: **Editora da PUC-GOÍÁS**, v. 1000, p. 218, 2015.

CASSOL, L. C. Uso excessivo de calcário e cama de aviário na agricultura. **Revista Agronomia em Debate**, v.1, p.30-34, 2017.

CAVALCANTE, Wendson Soares et al. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020.

CHIEN, S. H.; MENON, R. G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, v. 41, n. 3, p. 227-234, 1995.

CONTI, Marta Elvira. Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. **Informaciones Agronómicas del Cono Sur. INPOFOS**, v. 8, p. 25-37, 2000.

COSCIONE, A.R.; ANDRADE, J.C.; RAIJ, B. Van; ABREU, M.F.; CANTARELLA, H. Determinação de alumínio, cálcio, magnésio, sódio e potássio trocáveis em extrato de cloreto de amônio. In: RAIJ, B. Van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). **Análises químicas para avaliação da fertilidade de solos tropicais** Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. v.1, p.201-212

COVENTRY, D.R.; HIRTH, J.R. & REEVES, T.G. Interactions of tillage and lime in wheat-subterranean clover rotation on an acidic sandy clay loam in southeastern Australia. *Soil Til. Res.*, 25:53-65, 1992.

CUNHA NETO, F. V., PEREIRA, M. G., SANTOS LELES, P. S., & SILVA ABEL, E. L. Atributos Químicos e Físicos do Solo em Áreas sob Diferentes Coberturas Florestais e Pastagem em Além Paraíba –MG. **Revista Ciência Florestal**, v. 28, n.1, p.13-24, 2018.

DE ALCÂNTARA, Flávia Aparecida; MADEIRA, Nuno Rodrigo. Manejo do solo no sistema de produção orgânico de hortaliças. **Embrapa Hortaliças. Circular Técnica**, 2008.

DE FREITAS, Ludmila et al. Análises multivariadas de atributos químicos do solo para caracterização de ambientes. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 155-164, 2014.

DENARDIN, J. E. et al. Terraceamento em plantio direto. EMBRAPA. p. 1-4, set. 1998. (Comunicado Técnico, nº 8).

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; MARTIN, T. N.; SILVA, M. R.; PAVINATO, P. S.; HABITZREITE, T. L. Adubação mineral com cobalto e molibdênio na cultura da soja Mineral fertilizer with cobalt and molybdenum in soybean. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2741-2752, 2012.

EBELING, Adierson Gilvani et al. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, v. 67, p. 429-439, 2008.

EMBRAPA. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 1998 (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/98258/1/500perguntassistema_plantiodireto.pdf.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 306p., 2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária -EMBRAPA..Centro Nacional De Pesquisa De Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação. 353 p. 2018

ENCK, Bruna Firmino et al. Impacto nos atributos do solo sob conversão de floresta para áreas cultivadas na região sul do Amazonas, Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa**, p. e54-e54, 2020.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.2, p.143-150, 1986.

FAGERIA, Nand Kumar. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, p. 1419-1424, 2001.

FAVORETO, Luciany et al. Diagnose e manejo de fitonematoides na cultura da soja. **Informe Agropecuário**, v. 40, n. 306, p. 18-29, 2019.

FERNANDES, Antonio Rodrigues; FONSECA, Milena Rodrigues; BRAZ, ANDERSON MARTINS DE SOUZA. Produtividade de feijão caupi em função da calagem e fósforo. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 4, p. 54-62, 2013.

FERRARINI, Angel dos Santos Fachinelli. A AGRICULTURA IRRIGADA NO PARANÁ: EXPANSÃO DE ÁREAS E USO DE RECURSOS HÍDRICOS. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 43, n. 142, 2022.

FRANCO, Alexandre Puglisi Barbosa. **Percepção, recomendação e adoção do terraceamento agrícola comparadas ao seu funcionamento**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FRASIER, Ileana; QUIROGA, Alberto; NOELLEMAYER, Elke. Effect of different cover crops on C and N cycling in sorghum NT systems. **Science of The Total Environment**, v. 562, n. 15, p. 628–639, 2016.

FREITAS, Catarina Dias de. Qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo na região central de Minas Gerais. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa. MG, 2017.

FREITAS, JOSÉ GUILHERME DE et al. Efeito do calcário e do fósforo na produtividade de grãos e seus componentes nos cultivares de trigo. **Bragantia**, v. 58, p. 375-386, 1999.

FREITAS, M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.12, 2011.

GUERRA, I. E.; KAWAKAMI, J. Acompanhamento técnico a sojicultores do sudoeste do Paraná. **Revista Técnico-Científica**, do CREA-PR-ISSN 2358-5420-Edição Especial. 2018

GRIEBELER, Nori P. et al. Modelo para o dimensionamento e a locação de sistemas de terraceamento em nível. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 696-704, 2005.

JOHNSON, J.F.; VOORHEES, W.B.; NELSON, W.W.; RANDALL, G.W. Soybean growth and yield as affected by surface and compaction. **Agronomy Journal**, v.82, p.973-979, 1990.

KLUTHCOUSKI, João et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 97-104, 2000.

KLUTHCOUSKI, João et al. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 57, p. 97-104, 2000.

KOCH, D.W. & ESTES, G.O. Liming rate and method in relation to forage establishment - crop and soil chemical responses. *Agron. J.*, 78:567-571, 1986.

KOUTIKA, L.-S. et al. Carbon decomposition of the topsoils and soil fractions under forest and pasture in the western Brazilian Amazon basin, Rondônia. **Biology and fertility of soils**, v. 30, n. 4, p. 284-287, 2000.

LEPSCH, I.F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Coord.) **Ecofisiologia da produção**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.83-98.

LOPES, A. S.; FR, COX. RELACAO DE CARACTERISTICAS FISICAS; QUIMICAS E MINERALOGICAS COM FIXACAO DE FOSFORO EM SOLOS SOB CERRADOS. 1979.

MACEDO, José Ronaldo de; CAPECHE, Cláudio Lucas; MELO, Adoildo da Silva. Recomendação de manejo e conservação de solo e água. Niterói, RJ: Programa Rio Rural Manual Técnico, v. 20, p. 1-45, 2009.

MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. Cultivo contínuo da canade-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1127-1132, 2004

MILAGRES, R. S.; MACHADO, T. A.; VIEIRA, L. B.; FERNANDES, H. C. Avaliação dos atributos físicos do solo em áreas inclinadas com sistema de plantio direto. **Revista Ciência Agrícola**, v.16, n.3, p.57-63, 2018.

NEMIRSCKI, Jéssica Maiara. Produção, decomposição de matéria seca e comportamento de nutrientes em culturas de cobertura no Sul do Brasil. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Pato Branco, 2019.

NOVAIS, F.R.; SMYTH, T.J. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV, 1999. 399 p.

OLIVEIRA, D. L.; BORSZOWSKI, P. R. Taxa de decomposição da palhada de trigo e liberação de NPK em sistema de plantio direto no município de Ponta Grossa-PR. **Revista TechnoEng**, ed.5, v.1, 2020.

OLIVEIRA, I.A.; MARQUES JÚNIOR, J.; COSTA CAMPOS, M.C.; DE AQUINO, R.E.; DE FREITAS, L.; SILVA SIQUEIRA, D.; DA CUNHA, J.M. Variabilidade espacial e densidade amostral da suscetibilidade magnética e dos atributos de Argissolos da Região de Manicoré, AM. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.29, n.3, p.668-681, 2015.

PAES, Frederico Alfenas Silva Valente et al. Impacto do manejo dos resíduos da colheita, do preparo do solo e da adubação na produtividade de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 1081-1090, 2013.

PASINI, F. et al. Sistema de terraceamento para manejo agrícola. Santa Maria: UFSM, 2017. 5p. (Informe Técnico, 76)

PEREIRA FILHO, Israel Alexandre et al. Manejo da cultura do milho. (Informe técnico Embrapa) 2003.

PIRES, F.R.; ASSIS, R.L.; PROCÓPIO, S.O.; SILVA, G.P.; MORAES, L.L.; RUDOVALHO, M.C.; BOER, C.A. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. **Revista Ceres**, v.55, n.2, p.94-101, 2008.

PÖTTKER, D.; BEN, J. R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 675-684, 1998.

PRICHTETT, W. L.; FISHER, R. **Properties and management of forest soil**. 2nd ed. Nova York: John Wiley & Sons, 1987. 488 p.

Pruski, F. F. Conservação do solo e da água: Práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2.ed. Viçosa: UFV, 2009. 279p

RECHCIGL, J.E.; WOLF, D.D.; RENEAU Jr., R.B. & KROONTJE, W. Influence of surface liming on the yield and nutrient concentration of alfalfa established using no-tillage techniques. *Agron. J.*, 77:956-959, 1985.

ROCHA, Bruno GR et al. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 376-384, 2018.

ROCHA, W. M. da. Oficina de Educação Ambiental: Aprendendo os conteúdos sobre o solo, por meio de Oficina Pedagógica. 2015. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)-Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

ROVEDDER, Ana Paula Moreira et al. Compreensão e aplicabilidade do conceito de solo florestal. **Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 517-528, 2013.

SÁ, J.C.M. Calagem em solos sob plantio direto da região dos Campos Gerais, Centro-Sul do Paraná. In: FUNDAÇÃO ABC PARA ASSISTÊNCIA E DIVULGAÇÃO TÉCNICA AGROPECUÁRIA, ed. Curso sobre Manejo do Solo no Sistema Plantio Direto. Castro, 1995. p.73-107.

SANTOS, Diego Lopes dos et al. **Distribuição da palhada de trigo e seu efeito sobre a microvariabilidade da cultura da soja**. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2020.

SACHETTI, B. B. **A importância da rotação de culturas para o sistema de plantio direto**. 22 f. Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Agronomia da Faculdade da Amazônia (FAMA), 2021.

SHOEMAKER, H.E.; McLEAN, E.O. & PRATT, P.F. Buffer methods for determining the lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 25:274-277, 1961.

SILVA, José Geraldo da. **Preparo do solo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/preparo-do-solo#:~:text=O%20preparo%20do%20solo%20consiste,o%20crescimento%20inicial%20das%20plantas>. Acesso em 20 nov 2022.

SILVA, Edson Cabral da et al. Aproveitamento do nitrogênio (15N) da crotalária e do milho pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, v. 36, p. 739-746, 2006.

SIQUEIRA, Tagore Villarim de. O ciclo da soja: desempenho da cultura da soja entre 1961 e 2003. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 20, p. 127-222, set. 2004

SOUZA, M.M. Caracterização e viabilidade econômica do uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus taeda* L. 2010. 77 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

STEILMANN, Aline Roberto. Influência dos sistemas de rotação e sucessão de culturas sobre a supressão de plantas daninhas. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2022.

TOMÉ, J.B. Manual para interpretação de análise de solo. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

TRINDADE, EF da S. et al. Disponibilidade de fósforo em solos manejados com e sem queima no Nordeste paraense. *Amazônia: Ciência & Desenvolvimento*, Belém, PA, v. 6, n. 12, p. 7-19, jan./jun. 2011.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; CLARKE, Robin Thomas. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. vol. 2, n. 1 (jun. 1997), p. 135-152, 1997.

VELOSO, H. P.; FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. IBGE. Rio de Janeiro, RJ. 124p., 1991.

WILDE, S. A. **Forest soils**: their properties and relation to silviculture. New York: The Ronald Press Company, 1958. 536 p.

WOLF, D.D.; STARNER, D.E. & DiPAOLA, L.G. No-till alfalfa production: Limestone amendment for acid soil. *J. Prod. Agric.*, 7:490-494, 1994.

ZANINETTI, R. A.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringais na Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1061-1068, 2016.