UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

INFLUÊNCIA DO COMPONENTE FLORESTAL NO DESEMPENHO AGRÔMICO DA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA.

ARTHUR TOMAZELLA

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo Corá
Coorientadora: Dra. Samara Martins Barbosa

Trabalho apresentado à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, para graduação em Engenharia Agronômica.

Jaboticabal – SP
2º semestre/2021

T655i

Tomazella, Arthur

Influência do componente florestal no desempenho agronômico da cultura da soja em sistema Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta / Arthur Tomazella. -- Jaboticabal, 2021

46 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agronômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientador: José Eduardo Corá

Coorientadora: Samara Martins Barbosa

1. Soja. 2. Agricultura sustentável. 3. Pecuária. 4. Produtividade agrícola. 5. Eucalipto. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CÂMPUS DE JABOTICABAL

DEPARTAMENTO: Ciências da Produção Agrícola

CERTIFICADO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO : INFLUÊNCIA DO COMPONENTE FLORESTAL NO DESEMPENHO AGRÔMICO DA CULTURA DA SOJA EM SISTEMA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUARIA-FLORESTA.

ACADÊMICO: Arthur Tomazella

CURSO: ENGENHARIA AGRONÔMICA

ORIENTADOR : José Eduardo Corá

PERÍODO : Novembro/2018 À Julho/2020

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados CAPELO. ☐ Sim ☒ Não

BANCA EXAMINADORA:

	(Nomes)	(Assinaturas)
Presidente	José Eduardo Corá	
Membro	Hugo Miranda Faria	Hugo Miranda Faria
Membro	Almir Salvador Neto	Almir Salvador Neto

Jaboticabal 15 / 07 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 11 / 08 / 2021 "Ad referendum"

Chefe do Departamento

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ARTHUR TOMAZELLA, natural de Rio Claro – São Paulo, Brasil, com nascimento em 27 de novembro de 1995, filho de Josmari Rodrigues de Camargo Tomazella e Roberto Aguinaldo Tomazella. Apesar de nascido na cidade de Rio Claro, interior de São Paulo, foi em Goiás, na cidade de Ipameri, que cresceu e estudou até os 8 anos de idade. Posteriormente residiu um ano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Só assim então retornou com a família para a cidade natal, de Rio Caro, onde viveu o resto da infância e estudou, até ingressar em 2015 no curso de Engenharia Agronômica, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, Campus de Jaboticabal. Durante a faculdade atuou por um período de 5 meses, como estagiário, no Departamento de Forragicultura, sob supervisão do Prof. Ricardo Reis, e em seguida atuou, e atualmente ainda atua, como estagiário no Departamento de Solos e Adubos, com o Prof. Dr, José Eduardo Corá, em que o mesmo, se dispôs a me orientar neste trabalho. Estagiou também na Fazenda Santa Brígida em Goiás, na Fazenda 3 Irmãos em Minas Gerais. Possui experiencia estagiando fora do Brasil, onde teve a oportunidade de trabalhar no estado da Dakota do Norte, Minneapolis e Montana, nos Estados Unidos, durante o período de 1 ano e meio, exercendo serviços agrícolas relacionados à grãos, bovinos e um pouco de floricultura, agregando enorme conhecimento técnico e desenvolvimento pessoal, adquirindo fluência na língua inglesa, além de presenciar aulas semestrais pela University of Minnesota. Fez parte dos grupos GIEU (Grupo Integração Empresa Universidade) e da Cap. Jr (empresa júnior de consultoria), como equipe de apoio ao XXII Dia de Campo, acompanhando desde o plantio até a colheita da área produtiva da empresa.

‘’Os lábios da sabedoria estão fechados, exceto aos ouvidos do Entendimento,”.
(O Caiballion)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu a oportunidade da vida e de chegar aonde estou, com saúde e sentimento de que parte do meu dever na Terra está cumprido.

Aos meus pais, Roberto e Josmari, que me conceberam a oportunidade da Vida, pais que nunca mediram esforços para me ver feliz, apoiadores do meu caminho e meus professores da escola da Vida. Pais que me guiaram no meu caminho, e me forneceram sustento para que eu pudesse me guiar sozinho um dia, sem eles, nada disso poderia ser possível. Aos meus irmãos, Clarissa e Daniel, que juntamente com meus pais, construíram minha educação e sempre me deram qualquer tipo de suporte, pessoas em que me inspiro e me motivo todos os dias.

Aos meus amigos da República Karcoarco, lugar onde morei durante toda o período de faculdade, onde aprendi sobre respeito e acima de tudo, a amizade. Local onde me trouxe, na prática, o que é viver em coletivo e a nossa responsabilidade sob as outras pessoas, me ensinou que todas as nossas ações têm consequências. Local que me ensinou a não ter medo da vida, e me trouxe grandes alegrias e risadas.

A minha melhor amiga e companheira de vida, Ana Júlia, que durante toda a faculdade esteve ao meu lado, nos momentos bons e ruins, dividiu comigo todas as minhas conquistas, e me deu a oportunidade de estar presente nas dela. Pessoa que mudou a minha vida e me permitiu aprender sobre o que é o amor, o que é o respeito sob as outras pessoas, confiança e justiça. A pessoa tornou os dias mais leves e alegres, e ainda torna, a ela todo meu carinho.

A todos os professores e pós-graduandos, em especial ao Professor José Eduardo Corá, Vinicius Marchioro e Samara Martins Barbosa, pela paciência e confiança no meu processo de aprendizado.

E por último, a minha turma de Engenharia Agronômica, turma LXIX, por todas as risadas, conhecimentos compartilhados, encontros e experiencias dignas de lembrança. Pessoas que marcaram minha vida, e que deixarão saudades.

ÍNDICE

RESUMO VIII
ABSTRACT IX
1 INTRODUÇÃO 10
2 REVISÃO DE LITERATURA. 12
2.1 Cenário atual da agropecuária brasileira. 12
2.2 Os sistemas integrados de produção. 13
2.3 Impactos dos sistemas de ILPF e ILP. 16
3 MATERIAL E MÉTODOS. 22
3.1 Área de estudo. 22
3.2 Tratamentos e delineamento experimental. 24
3.2.1. Histórico dos sistemas ILPF1 e ILPF2. 25
3.2.2. Histórico do sistema ILP. 26
3.2.3. Cronologia de atividades. 27
3.2.4. Delineamento experimental. 27
3.3 Análise estatística. 28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO. 29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....39
Referências Bibliográficas. 40
Anexo 1 45

RESUMO – O Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), representa a interação de atividades agrícolas, pecuárias e florestais. Já o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) representa a interação de atividades agrícolas e pecuárias. Tal interação entre estas atividades, conduz à efeitos sinérgicos, nulos, ou antagônicos, relacionados aos fatores de produção. Em vista disso, foi realizado um trabalho, objetivando analisar a produtividade do componente agrícola (soja), integrado a um sistema ILP e dois sistemas ILPF, estes últimos que diferiam apenas na espécie do componente florestal. O estudo foi realizado na cidade de Jaboticabal, SP, no período de junho de 2018 a março de 2019. Em relação ao componente florestal, utilizado na área experimental, foram posicionadas linhas duplas de plantio em renques, na direção Norte-Sul, com de 2 metros entre linhas e de 20 metros entre renques. Em relação ao componente agrícola foi usada uma cultivar de soja, com espaçamento de 45 cm entre linhas. Os resultados demonstram que a implantação do sistema ILPF difere do sistema ILP, em relação a produtividade da soja.

Palavras-chave: intensificação produtiva, produtividade, lavoura-pecuária, eucalipto, ILPF, ILP, Corymbia Citriodora, Urograndis.

ABSTRACT - The Crop-Livestock-Forest Integration System (ICLF), represents the interaction of agricultural, livestock and forestry activities. The Crop-Livestock (ICL) represents the interaction of agricultural, livestock activities. This kind of interaction between these activities leads to synergistic, null, or antagonistic effects, related to the factors of production. Therefore, we worked monitoring the productivity of the agricultural component (soybean), integrated in a ICL system and two ICLF systems which the difference between these ICLF system was only by the species of the forest component . The study was conducted in the city of Jaboticabal, SP, from June 2018 to March 2019.In relation to the forestry component, used in the treatment area, planting lines, rows, were positioned in the North-South direction, with 2 meters from the first planting line to the first forest component row. About the agricultural component, a soybean cultivar was used, with 45 centimeters spacing between rows. The results shows that there is a difference about the soybean productivity, between both systems, ICL and ICLF.

Keywords: intensification of production, comparation, crops-livestock, eucalyptus, ICLF, ICL, Corymbia Citriodora, Urograndis.

1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário vem passando por grandes transformações, pois os custos de produção são altos, a rentabilidade é baixa, e por outro fator que impacta o mercado, que é o preço das commodities. Com isso para melhores rentabilidades é preciso diversificar as atividades, e por fim aumentar a produtividade e obter melhores resultados (Embrapa Gado de Corte, 2014).

Os sistemas de integração lavoura- pecuária (ILP) e os sistemas de integração-lavoura-pecuária-floresta (ILPF), vem ganhando espaço na agropecuária, se mostrando eficientes na recuperação de áreas degradadas, conservação dos recursos naturais e melhoria da qualidade dos solos, além de possibilitar intensificação e diversificação produtiva (Embrapa Gado de Corte, 2014).

O Sistema ILP representa a integração dos componentes agrícola e pecuaria, em que diferentes sistemas produtivos de grãos, de carne ou leite são produzidos em uma mesma área, em plantio consorciado, rotacionado ou sequencial (Vilela, 2012).

O Sistema ILPF, representa a integração dos componentes agrícola, componentes da pecuária e florestais, em que diferentes sistemas produtivos de grãos, de carne, leite e madeira são produzidos em uma mesma área, tal integração ocorrendo de forma rotacionada, consorciada ou em sucessão.

O mais comumente utilizado no Brasil como componente agrícola, são cultivares de soja e de milho, como componente pecuária tem-se a utilização de plantas forrageiras, como a braquiária, do gênero *Urochloa*, e bovinos. Porém no

quesito componente florestal, temos uma ampla variedade de espécies arbóreas que possam ser utilizadas, especialmente o eucalipto, muito utilizado em plantios comerciais.

Os sistemas de ILP e ILPF exigem diferentes graus de conhecimento técnico, e graus de complexidade, sendo o ILPF mais exigente, uma vez que a inserção de árvores na produção integrada acarreta alterações maiores nas dinâmicas dos sistemas de integração (Ferreira et al., 2012).

O sistema ILPF requer mais atenção aos fatores de “água, luz e nutrientes”, segundo França et al. (2013), uma vez que o componente arbóreo necessita de uma maior quantidade de água para sua manutenção, além disso promove sombreamento da cultura de grãos, acarretando quedas de produtividade, visto que todo manejo é alterado.

Levando em consideração o problema apresentado em relação a produtividade da cultura de grãos, a hipótese do presente trabalho, éde que o componente florestal, em sistemas de ILPF, afetando a produtividade do componente agrícola.

Portanto o objetivo do trabalho foi (1) obter a produtividade da cultura da soja dentro de dois sistemas ILPF e comparar à um sistema em ILP, utilizando duas espécies diferentes de eucaliptos para uma mesma cultivar de soja; (2) descobrir até que distância do componente florestal o componente agrícola se mantém com produtividade próxima de uma área com sistema em ILP; (3) comparar as produtividades obtidas entre os dois sistemas de ILPF.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário da agropecuária brasileira

No decorrer das últimas décadas, o agronegócio brasileiro vem crescendo e sofrendo trasnformações de maneira expressiva. O aumento de terras destinadas a produção agropecuaria, principalmente a partir da década de 70, permite explicar uma parcela considerável do desenvolvimento deste setor. Com isso transformações nos sistemas de produção foram necessárias (Embrapa Gado de Corte, 2014).

Segundo dados do IBGE (2009), em 1970, a soma das produções de arroz, trigo, milho e de soja, foi de 27,34 milhões de toneladas. Já em 2007, a produção dessas culturas somou 128,27 milhões, ou seja, um crescimento de 370% (Vilela et al., 2012).

De acordo com o MAPA (2020), a agropecuária apresentou um crescimento de 0,6%, no primeiro trimestre de 2020, em comparação ao quarto trimestre de 2019, com dados apresentados pelo IBGE sobre o Produto Interno Bruto (PIB) do país. Diante da crise sanitária dada pelo coronavírus SARS-CoV-2 causador da Covid-19 que encadeou uma pandemia (global) no ano de 2020, o setor foi o único a crescer no período analisado. Em relação ao mesmo período (1º trimestre) do ano anterior a agropecuária teve um crescimento de 1,9%. Resultado explicado pelo incremento de produtividade da cultura da soja.

Em consequência deste fato, surge um grande desafio para a agricultura do monocultivo, que seria contornar os problemas decorrentes de décadas passadas com práticas agrícolas que exerciam elevada pressão sobre o ambiente, como reduzir a erosão e a perda de fertilidade dos solos, assim como o assoreamento dos cursos de água, poluição do solo e da água, e diminuição de gases efeito estufa (Vilela et al., 2012).

Visando solucionar tais problemas citados acima, de acordo com Balbino et.al (2012), um modelo de alternativa que nos últimos anos tem-se destacado é a utilização de sistema de integração. Neste sistema são incorporadas atividades de produção agrícola, pecuária e florestal. Em que na busca por efeitos sinérgicos no sistema de produção, o manejo adequado beneficia a unidade de produção, em ambitos econômicos e ambientais..

2.2 Sistemas integrados de produção

De acordo com Balbino et al. (2011), pode-se classificar os sistemas integrados em quatro grandes grupos:

- Integração Lavoura- Pecuária (ILP) ou sistema Agropastoril, se tratando de um sistema de produção que integra o componente agrícola com o componente pecuário, em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área, no mesmo ano ou por vários anos, intercalados ou sequencialmente.

- Integração Lavoura- Floresta (ILF) ou sistema Silviagrícola, representando a produção que integra o componente agrícola com o componente florestal, pelo consórcio de espécies arbóreas e cultivos agrícolas, tanto perenes como anuais.

- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou sistema Agrossilvipastoril, sendo um sistema que visa integrar os componentes agrícolas, pecuária e florestal, na mesma área, onde os componentes agrícolas e pecuária atuariam em rotação, consórcio ou sucessão, já o componente florestal inserido em sistema de consorciação com os outros dois componentes.

- Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou Silvipastoril, um sistema de produção baseado na integração do componente pecuária, pastagem e animal,

com o componente florestal, em consorciação, recomendado para áreas em que há dificuldade para implantação e cultivo de lavoura.

Os benefícios destes sistemas são dados pelo sinergismo entre seus diferentes componentes. Tem-se como exemplo de benefícios da associação entre pastagens, culturas anuais e o componente florestal: a quebra de ciclo de doenças juntamente com a redução de insetos-pragas e plantas daninhas, também o potencial de redução de riscos econômicos devido a diversificação de atividades, redução do custo na recuperação de pastagens degradadas, influência positiva no bem estar do animal, aumento da qualidade de carne, aumento também na Matéria Orgânica do Solo (MOS) que determina uma melhora no armazenamento de água no solo e principalmente facilita o sequestro de carbono que ajuda a reduzir a emissões de gases de efeito estufa (Vilela et al., 2012).

Com relação a quebra de ciclo de doenças, Costa & Rava (2003), por exemplo, por meio de experimentos avaliaram doenças no solo em sistemas de rotação lavoura-pastagem, e observaram um efeito positivo da palhada de *U. ruziziensis* e de *U. brizantha* cultivar Marandu no controle de Fusarium solani, Rhizoctonia solani e S. sclerotiorum.

Assim como em estudos realizados por Ilkeda et al. (2007) que relatam menores densidades de sementes e número de espécies de plantas daninhas em sistemas de cultivo lavoura-pecuária, devido a inserção das pastagens no sistema e da adoção ao plantio direto.

Lazzaroto et al. (2015) também afirmam, que é possível associar a combinação de atividades agrícolas e pecuária (pastagens e animais) à vantagens satisfatórias para produção, como por exemplo, a redução na relação risco/retorno esperados através da diversificação das atividades. Os autores demonstraram que empreendimentos relacionados a lavoura de grãos tem a chance de 52% de apresentar resultado negativo na rentabilidade, 39% de chance para a pecuária e apenas 26% para a integração lavoura-pecuária.

Segundo Silva (2007), os sitemas integrados, como os agrissilvipastoris ou silvipastoris, além de um menor risco de produção, proporcionam o bem estar animal, fornecendo proteção dos raios solares, diminuindo o estresse térmico, e

ainda fornecendo proteção às forrageiras contra o calor excessido e estresse hídrico em climas extremos.

Assis et al. (2015) relatam em seus trabalhos que houve melhoria dos atributos físicos do solo em sistemas de ILPF, quando comparados à pastagens degradadas. Os autores também observaram que a compactação do solo decorrente do pisoteio animal pode ser revertida quando se introduz o componente agrícola do sistema, já que o revolvimento do solo necessário no plantio pode promoveruma reestruturação da parte física do solo.

Em relação ao tempo de utilização de cada componente, tanto lavoura, quanto pecuária ou floresta, irá depender do sistema adotado, sendo possível utilizar por exemplo a pecuária por períodos de um mês até cinco anos e retornar novamente com a lavoura, que será utilizada na época de safra ou segunda safra, até mesmo chegando a cinco anos. Já o componente florestal, pode ser cultivado para um ou mais cortes, dependendo da espécie utilizada. Se tratando de regiões com o clima e solo favoráveis, é possível cultivar a lavoura para produção de grãos, por exemplo, utilizando a pecuária por períodos de 6 a 18 meses. Consequentemente a pastagem utilizada com o objetivo da rotação de culturas, além da alimentação bovina, pode trazer o benefício do aumento da produção de palhada no plantio direto, a reestruturação física do solo, ou o aumento de matéria orgânica, assim como a redução de pragas, redução de doenças e redução de plantas invasoras. Já em regiões de clima e solo desfavoráveis, e com restrições à produção agrícola, a componente pecuária permanece mais tempo, sendo o componente lavoura cultivado apenas para recuperação de pastagens degradadas, com a introdução de culturas agrícolas mais rústicas (o que seriam essas culturas agrícolas mais rústicas¿ dê uns dois exemplos), a fim de fornecer maior fertilidade ao solo, para resultar em uma maior produtividade e qualidade das forrageiras (Balbino et al., 2012).

Ainda de acordo com Balbino et al (2012), também é possível destacar alguns desafios que os sistemas de integração enfrentam, tendo como os principais: o famoso tradicionalismo, ou seja, a resistência à adoção de tecnologias inovadoras por parte de alguns produtores; necessidade de uma boa qualificação por parte dos produtores, gestores e colaboradores; adequação da mão de obra já existente à nova tecnologia; um retorno econômico de médio a

longo prazo não tão rápido quanto os sistemas tradicionais de cultivo, , principalmente se tratando do componente florestal; alto investimento inicial em infraestrutura para a implantação de cada um dos componentes dos sistemas de integração; e também uma complexidade maior agregando riscos ao sistema, principalmente ao componente agrícola.

2.3 Impactos dos sistemas de ILPF e ILP

Pela introdução dos sistemas de ILPF, além da intensificação e uma maior eficiência do uso da terra, são gerados diversos outros benefícios ao ambiente que serão exemplificados em seguida (Balbino et al., 2012).

Em sistemas silvipastoris implantados em fazenda de pecuária de corte típica da região Centro-Oeste, por exemplo, estima-se que cultivando em torno de 200 árvores por hectare, manejadas para produzir madeira para serraria, existe um potencial para se adicionar, em média, cerca de R$300,00/há/ano à renda do produtor, em um período de 12 anos, tempo necessário para o corte final das árvores com tal destino (Ferreira et al., 2012).

De acordo com Ferreira et al. (2012), os sistemas ILPF, são exigentes de um planejamento e monitoramento mais elaborado, detalhado e frequente, visando manter o equilíbrio dos componentes. Sendo um dos principais pontos de importância no planejamento, a finalidade da madeira a ser produzida pelo componente florestal. O eucalipto vem se destacando como espécie arbórea mais utilizada como componente florestal, devido à alta variabilidade genética, o que possibilita uma seleção mais adequada de acordo com o interesse do produtor em relação a utilização da madeira. Conhecendo bem o mercado comprador de produtos, será possível realizar um bom planejamento, responsabilizando o agricultor, sempre que possível, a dar ênfase as formas de usos mais nobres da madeira, como postes, madeira serrada e laminados, assim obtendo maior lucratividade no sistema.

Outro ponto a ser debatido, seriam as vantagens deste sistema para as propriedades do solo e para a qualidade do ar. Vilela et al. (2006), demonstraram uma melhoria das propriedades físicas, químicas, e biológicas dos solos nestes

sistemas, e a importância desta diversificação para manter e repor a MOS e a sua estrutura. Também demonstraram que pastagens bem manejadas, tem potencial para aumentar o teor de carbono do solo, diminuindo consequentemente os efeitos das emissões de GEE.

De acordo com Tsukamoto Filho (2003), em trabalho estudando a fixação de carbono em sistema agroflorestal, a quantidade de C fixado pelo eucalipto no sistema ILPF varia de 3,80 a 80,67 Mg ha^{-1} de C, do 1º ao 11º ano. Ressaltando que o volume na época de venda de madeira foi de 59,82 Mg ha^{-1} de C. Se tratando de CO^2, os números foram de 216,84 Mg ha^{-1} sequestradas na época de venda, demonstrando assim que o sistema de ILPF é indicado para projetos de fixação de C, pois na idade de 5 anos o eucalipto nesse sistema fixou maior quantidade de C do que em monocultivos como de arroz, soja e pastagens à céu aberto.

Trabalhos realizados por Assis et al (2015), com objetivo de demonstrar as alterações que ocorrem nos atributos físicos do solo, em função da implantação de sistemas de ILPF no estado de Mato Grosso e Goiás, comprovaram que o sistema de ILPF promoveu melhoria na qualidade física do solo, em relação à uma pastagem degradada. Tais melhorias ocorreram principalmente nas camadas do solo de 0,10 – 0,20 m, onde a densidade do solo e o arranjo poroso foram os responsáveis por caracterizar a melhoria desta qualidade física.

As pastagens, como um dos componentes do ILPF, se bem manejadas, são um dos principais fatores que capacitam o aumento do teor de MOS, quando comparado aos cultivos anuais até mesmo em Sistema de Plandio Direto (SPD). Souza et al. (2013) relataram este fato em um de seus trabalhos, onde durante 13 anos de cultivo de soja os autores observaram que o teor de MOS pôde reduzir 24,4% em relação ao valor original (3,6% em relação a área). No entanto, cultivando a variedade *Brachiaria humidicola*, Houve um aumento de 4% no teor de MOS (no período de 9 anos), que corresponde a aproximadamente 1,67 mg $há^{-1}$ ano^{-1}. Ainda assim, após o retorno da lavoura de grãos o teor de MOS se manteve 30% maior do que os sistemas em rotação contínua com cultivos anuais apenas.

Também é possível ressaltar melhorias de sistemas de produção de gado de corte no que diz respeito ao manejo alimentar., Isso ocorreu na fase de cria em regime de pastagens, de acordo com estudos realizados por Barioni et al. (2007), onde ao longo de duas décadas, houve um aumento na taxa de nascimentos de 55% para 58%, a redução na idade de abate de 36 meses para 28 meses e a redução de mortalidade de 7% para 4,5%. Assim foi possível manter as emissões de metano aproximadamente estáveis, aumentando ao mesmo tempo a produção de carne em mais de 25%.

No que tange ao componente agrícola, se tratando da produtividade de grãos, sabe-se que esta pode ser afetada de vários modos em sistemas silviagrícolas, resultando em um efeito nulo, de redução ou de aumento de produtividade (Silva, 2012).

Segundo França et al. (2013), os fatores que influenciam de maneira direta a produtividade das plantas de soja nos cultivos consorciados com árvores, são provavelmente, a competição por água, luz e nutrientes. Devido a este fato, surge a necessidade de se avaliar a capacidade produtiva dos componentes (agrícola e florestal), buscando as melhores combinações para favorecer o sistema ao longo do tempo (Schreiner, 1989; Lacerda et al., 2009).

Em trabalho realizado por França et al. (2013), observou-se uma redução dos valores de produtividade da soja em todas as distâncias (linhas de plantio do componente agrícola), em relação à linha de plantio do eucalipto (híbrido Urograndis), quando comparado à um sistema de soja produzida em pleno sol. A maior redução de produtividade ocorreu quanto mais próximo eram as linhas do componente agrícola das linhas das árvores. Houve uma redução de 40 a 46,8% no número de vagens de soja a cada 10 plantas, e o peso dos grãos a cada 50 vagens analisadas.

Franchini et al. (2011), realizando trabalhos que visavam avaliar a variabilidade espacial e temporal da produtividade da soja em sistemas arborizados, no Noroeste do Paraná, em três safras diferentes, concluiram que a baixa densidade populacional de árvores por área, associada a uma copa compacta, fuste reto e sem bifurcações da espécie de eucalipto, proporcionam condições favoráveis à produtividade da soja.

O sistema de ILPF vem atingindo patamares cada vez mais elevados de qualidade dos produtos, bem como a sustentabilidade ambiental social e econômica (Vilela et al., 2012). No entanto, o sistema de integração lavoura-pecuária, ILP, é que vem se expandindo com maior velocidade, principalmente na região do Cerrado, devido aos benefícios dados aos produtores de grãos quando adotam o sistema de rotação da lavoura com pasto (Vilela et al., 2012).

Segundo Alvarenga et al. (2007) o sistema ILP se mostra uma alternativa para reverter a degradação de pastagens, melhorando a qualidade do solo, e aumentando o teor de matéria orgânica. Como consequência, tem gerado um aumento de produtividade, tanto no componente pecuária quanto no componente agrícola, já que por conta dos beneficios citados acima a disponibilidade de nutrientes no solo se eleva. Reduzindo também o risco do negócio na propriedade rural pela diversificação de atividades. (Vilela et.al., 2011)

De acordo com Vilela e Martha Jr. (2010), se considerarmos sistemas de ILP bem manejados é possível citar alguns exemplos de impactos positivos da integração como: aumento de 15% na matéria orgânica do solo em relação aos níveis do Cerrado nativo; aumento de 90% na eficiência de uso do fósforo, visando à longo prazo, em comparação a rotação das culturas soja-milho; ganhos de produtividade de soja de 10% colocadas em sucessão a pastagens de maior produtividade e adubadas; os incrementos médios na produtividade animal na fase de recria-engorda com cerca de 4 vezes em relação a fase na pecuária tradicional.

Também, de acordo com Vilela et al. (2012), vemos o efeito “poupa-terra”, que representa o avanço da redução da fronteira agrícola, como um fator-chave para permitir a expansão da produção de alimentos e biocombustíveis no país com pressão mínima sobre a vegetação a nativa, resultado de ganhos de produtividade no sistema ILP, principalmente no componente pecuária.

De acordo com Franchini et al. (2010), existe uma elevação dos níveis de MOS e melhoria da qualidade física do solo com a inserção de pastagens em áreas agrícolas com níveis adequados de fertilidade, em sistemas ILP. Os autores também afirmaram que este sistema tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades agrícolas produtivas, assim como o sistema de

ILPF, que reduz as emissões de GEE (gases de efeito estufa), gerando maior estabilidade à produção das culturas anuais e melhorando o aproveitamento da água e nutrientes.

Produtores que inserem a rotação lavoura-pasto como uma estratégia de produção agrícola podem se beneficiar da melhor estabilidade de produção de forragem para alimentação bovina no decorrer de todo o ano. Como esperado normalmente, as pastagens são mais produtivas em períodos de chuvas, mas também, no período de seca, além da palhada e dos subprodutos da colheita da safra de inverno, os pastos recém- estabelecidos permanecem verdes e com qualidade e quantidade para conferir um aumento no ganho de peso dos animais, em um sistema ILP, ao invés da perda de peso, que é comum neste período de seca na maioria das fazendas da região do Cerrado, por exemplo (Vilela et al.,2011).

Trabalhos realizados por Barcellos et al. (1999) demonstram que uma boa escolha genética de animais atrelada a um manejo de pasto com renovação das pastagens degradas influenciam em ganhos significativos de pesos em bovinos. Os autores avaliaram durantes 15 meses o ganho de peso de animais cruzados (Nelore x Blond D'Aquitaine), com um potencial de produção maior, superando o ganho de peso de animais somente da raça Nelore, em 8,8%, em pasto degradado. Já em pastos renovados por meio de adubação e cultivo de milho e arroz, manejadas adequadamente, o ganho de peso dos animas cruzados superou o de Nelores em 24,9%. As produtividades dos pastos foram de 51 kg $h^{-1}ano^{-1}$ (pasto degradado) para 310,5 kg $ha^{-1}ano^{-1}$ equivalente de carcaça.

Os sistemas com mais diversificação, como a integração lavoura-pecuária, tem extrema importância para repor e manter a MOS (matéria orgânica no solo) e também proporcionar solos bem estruturados, o que favorece uma maior taxa de infiltração de água das chuvas e, portanto, maior disponibilidade hidrica para os cultivos, favorece também a redução do escorrimento superficial, evitando erosões e poluição dos corpos d'água, e além disto favorece a penetração das raízes no perfil do solo, o que aumenta o volume de solo explorado pelo sistema radicular dos cultivos e, consequentemente, a eficiência de uso da água e nutrientes Franzluebbers (2007).

Portanto, de acordo com Costa & Rava (2003) e Vilela et al., (2003), afirma-se que o aumento na produtividade das lavouras e dos animais, em sistemas de lavoura-pecuária, é resultante da interação de diversos fatores. Além da melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, vê-se também a quebra de ciclos bióticos (pragas e doenças), consequentemente aumentando a produtividade do sistema. Diferentemente do sistema ILPF, que apesar de proporcionar boas condições ambientais e boas condições ao solo, pode influenciar de forma negativa a produtividade do componente agrícola, devido a competitividade entre os componentes florestais e agricolas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O trabalho foi realizado em uma área da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, com latitude e longitude aproximada de 21º13’56’’ S e de 48º17’19’’ O.

O clima da região, de acordo com a classificação Köppen, é do tipo Aw, caracterizado como mesotérmico, seco de inverno, possuindo temperatura média do mês mais quente superior a 22ºC e do mês mais frio, superior a 18ºC.

A precipitação anual média é aproximadamente 1460 mm e o período de maior concentração de chuvas ocorre de outubro a abril, conforme apresentado na Figura 1 e Figura 2, para os anos de 2018 e 2019 avaliados neste trabalho.

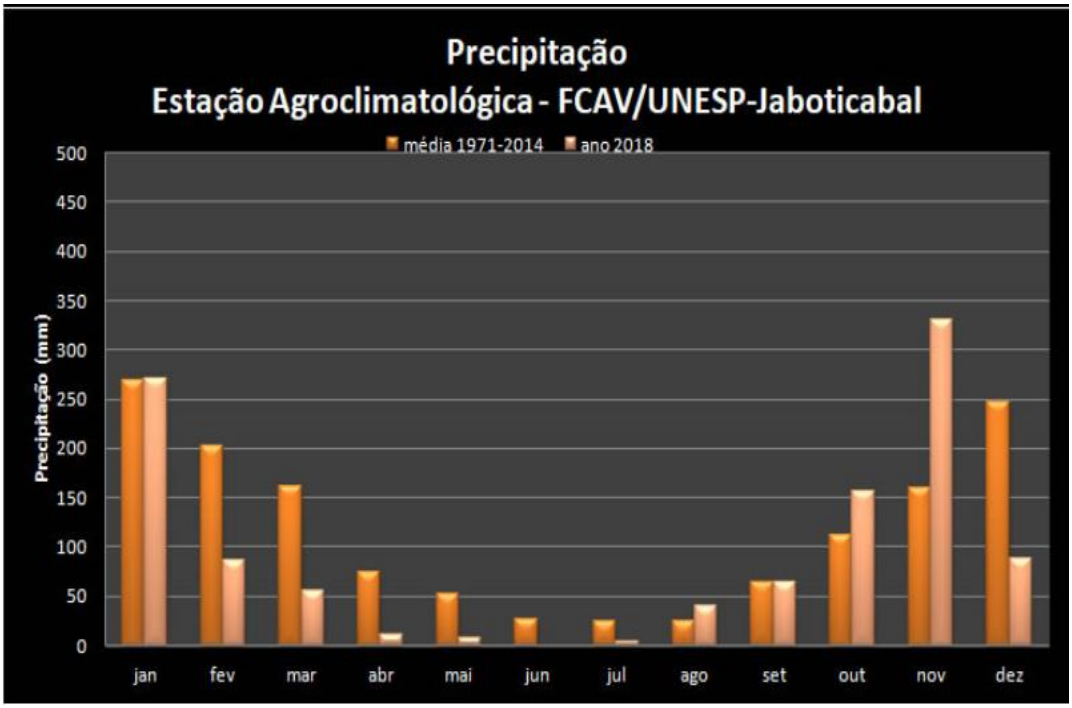

Figura 1. Pluviosidade para o município de Jaboticabal, para o ano de 2018. – SP. Dados da estação agroclimatológica UNESP – FCAV.

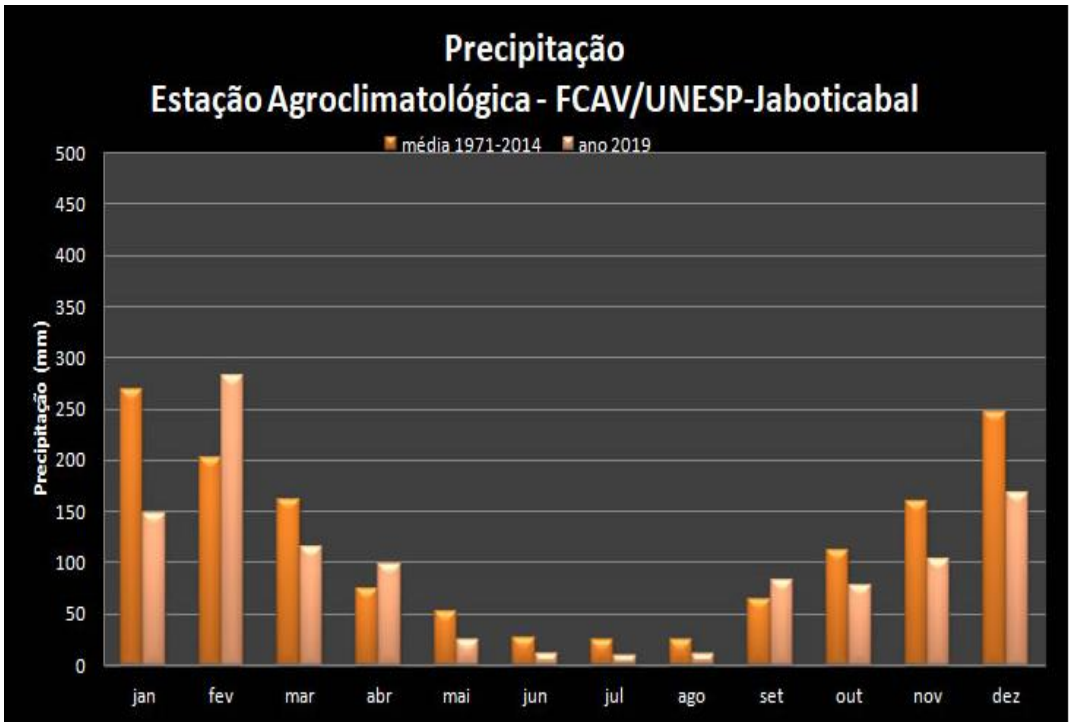

Figura 2. Pluviosidade para o município de Jaboticabal, para o ano de 2019. – SP. Dados da estação agroclimatológica UNESP – FCAV

A área experimental está sob um Latossolo Vermelho distrófico, classificado segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2018). O

relevo é suave ondulado, com 4% de declividade e altitude média de 624m. De acordo com análises estabelecidas pelo Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes da EMBRAPA (2009), o solo apresenta valores de 310g kg^{-1}, 20g kg^{-1} e 670g kg^{-1} de argila, silte e areia respectivamente, com capacidade de troca de cátions potencial de 53,2 mmol dm^{-3} na camada 0 - 0,20 m.

3.2 Tratamentos

O experimento foi conduzido em 3 áreas de 1 hectare cada. Os Sistemas de ILPF foram instalados em duas destas áreas, denominados como Tratamento 1 e Tratamento 2 respectivamente, como mostra na Figura 3. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições em oito pontos amostrais para os sistemas ILPF e um ponto amostral para o sistema ILP.

O componente agrícola adotado para o estudo foi o cultivar de soja 95R95, da Pionner, utilizada em todos os tratamentos.

Para o componente florestal, na primeira subárea, Tratamento 1, foi plantado a espécie *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (Citriodora), a qual apresenta menor velocidade de crescimento, sistema radicular pivotante e maior variabilidade de dossel entre as árvores. Já na segunda subárea, Tratamento 2, foi plantado o clone Urograndis I144 (*Eucalyptus grandis* (MAIDEN) W. Hill x *Eucalyptus urophylla* (MAIDEN) W. Hill, caracterizado por rápido crescimento, uniformidade de dossel e raízes laterais superficiais.

Foi instalado, um sistema de ILP na terceira área, denominada de “Tratamento Controle”, ou Adicional, onde trabalhou-se com a soja em rotação com o pasto (Braquiária)

Somente dados de produtividade da soja da safra 18/19 foram coletados para o trabalho presente, em todos os tratamentos como demonstrado.

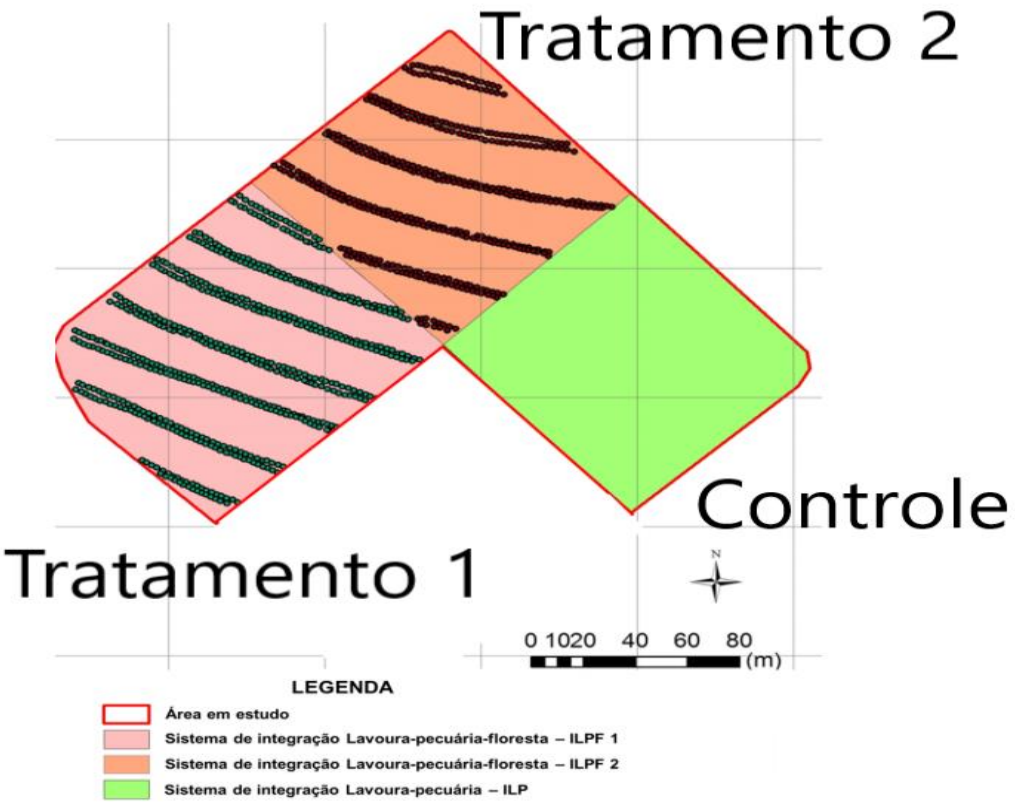

Figura 3. Croqui da área experimental com detalhes dos sistemas, ILPF1 – Tratamento 1: soja, pasto e Citriodora, ILPF2- Tratamento 2: soja, pasto e Urograndis e ILP- Controle: soja/ pasto.

3.2.1. Histórico dos sistemas ILPF1 e ILPF2

Mudas de eucalipto, em renques de linhas duplas, foram plantadas no ano de 2014 nos Tratamentos 1 e 2, no sentido Leste-Oeste, espaçados em 20 metros igualmente. Foi utilizado um espaçamento de 3 metros entre linhas e de 2 metros entre plantas, ocupando aproximadamente 15% da subárea de 1 hectare, com densidade aproximada de 435 árvores por hectare, sendo este o componente florestal.

Uma adubação de plantio para o componente florestal foi feita por meio da aplicação de, aproximadamente, 100g planta^{-1} do fertilizante 4-20-20 (N-P_2O_5-K_2O) na cova de plantio, e mais duas adubações de cobertura de,

aproximadamente, 100 g planta^{-1} do fertilizante formulado 10-10-10 (N-P_2O_5-K_2O), aos 30 e 300 dias após o plantio das mudas, respectivamente.

A fim de caracterizar as duas subáreas (Tratamento 1 e 2) como sistemas de ILPF, foram introduzidas as culturas de soja no verão e milho consorciado com braquiária *(Urochloa* spp.) no inverno. As duas culturas foram semeadas em 2014 com os mesmos espaçamentos do sistema de ILP do experimento, 0,45m entre linhas para cultura da soja e 0,90m para cultura do milho, representando o componente lavoura.

Também foi introduzida a braquiária, semeada anualmente nas entrelinhas do milho, e dessecada antes da semeadura da soja, deixando-se a braquiária como uma planta de cobertura.

O componente pecuária nestes tratamentos foi formado pela braquiária e por 25 novilhos da raça nelore introduzidos em novembro de 2015 e retirados após 60 dias.

Não foram considerados dados do componente pecuária como ganho de peso dos animais ou quantidade de volumoso produzido pelas pastagens, para este trabalho em específico.

3.2.2. Histórico do sistema ILP

O sistema de ILP, instalado no mesmo ano dos sistemas de ILPF (2014), diferiu apenas por não apresentar o componente florestal em sua composição.

Foi utilizado espaçamento de 0,45 cm entre linhas para a soja e um espaçamento de 0,90 cm para a cultura do milho. A adubação diferiu no decorrer dos anos, levando em conta análises de solo.

A componente pecuária nesta área foi formada também pela braquiária e pelos mesmos 25 novilhos em pastejo contínuo, colocados em novembro de 2015 e retirados após 60 dias. Não houve presença de animais na época do estudo presente (entre 2018 e 2019), por isso os dados do componente pecuária não foram considerados.

3.2.3. Cronologia de atividades

Foram feitas avaliações com base no cultivo de soja, semeada entre os renques do componente florestal, em outono de 2018 para colheita no verão de 2019.

A braquiária semeada nas entrelinhas do milho segunda safra 18/18, foi dessecada com Glifosato antes do plantio da soja, a fim de fornecer palhada de cobertura.

A variedade de soja 95R95 Pionner foi semeada nos 3 sistemas (ILPF1, ILPF2, ILP) igualmente, com espaçamento entre linhas de 0,45m, com aproximadamente 18 plantas a cada metro, uma densidade populacional 440.000 plantas há$^{-1}$. Nos sistemas de com Tratamento 1 e 2, o componente lavoura foi introduzido entre os renques com um espaçamento de um metro de distância das árvores.

A adubação de plantio da soja foi de 215kg ha $^{-1}$ do fertilizante formulado 8-18-16 (N-P_2O_5-K_2O).

Houveram duas aplicações de manejo para controle de daninhas com o herbicida Cletodim + Alquibenzeno, ambas com mesma dosagem e volume de calda. Assim como uma pulverização de fungicida para manejo foi feita utilizando o produto a base de Azoxistrobina + Ciproconazol.

As coletas para obtenção de dados de produtividade ocorreram em no mês de março de 2019, mês previsto para colheita da soja na área de estudo.

3.2.4. Coleta de dados

A produtividade de grãos para cada tratamento nos sistemas ILPF foi obtida selecionando 8 pontos, entre os renques do componente florestal, em cada ponto haviam 5 linhas de coleta com 5 metros de distância. Sendo a posição do ponto 1 a mais próxima do componente flroestal do lado Norte, na área entre renques, e a posição do ponto 8, a mais próxima do componente florestal ao lado sul.

Já para Tratamento Controle, sistema em ILP, foi selecionado apenas 1 ponto aleatóriamente, com 5 repetições de coletas aleatórias neste ponto.

As plantas estavam em estágio R9 (ponto de colheita), foram colhidas manualmente e encaminhadas para uma trilhadora mecânica. Os grãos foram limpos e pesados e os dados foram transformados em kg ha^{-1}. Os valores de produtividade foram corrigidos para 13% de umidade dos grãos.

3.3 Análise estatística

Foram comparadas as produtividades dos sistemas de ILPF entre si, assim como houve uma comparação entre os sistemas ILPF e o sistema ILP.

Os dados de produtividade obtidos foram submetidos primeiramente às Pressuposições de Análise de Variância (ANOVA) de normalidade, homogeneidade e valores discrepantes, utilizando-se os testes de Shapiro-Wilk ($p>0,05$), Levenne ($p>0,05$) e análise de gráficos Boxplot respectivamente.

Uma vez atendida a estas premissas da ANOVA, os dados foram analisados considerando a análise Fatorial Duplo (tratamento e posição) com tratamento adicional (Controle ILP). Os dados foram submetidos ao teste de médias ($p>0,05$) para avaliar se as diferenças entre os tratamentos foram significativas. O processamento e a análise de dados foi realizado no ambiente R (R Core Team, 2020) e RStudio (vesrão 1.4.1106), usando os pacotes “ExpDes” e “psych”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a análise descritiva dos dados (Figuras 4a e 4b) a maior variabilidade encontra-se entre as posições amostradas, sendo o coeficiente de variação experimental igual a 6,08% (Tabela 1), considerado como baixo, indicando que o conjunto de dados é consideravelmente homogêneo. Observa-se que a implantação do componente florestal afeta a distribuição dos dados de produtividade da soja em relação ao sistema ILP (Controle), caracterizando menores valores de produtividade nos tratamentos 1 e 2 (Figura 4A). Esta diminuição de produtividade pode ser observada ao se considerar a coleta de dados feita em diferentes posições para os tratamentos onde em nenhuma das posições foram alcançados os valores do Controle (Figura 4B).

Tabela 1. Medidas de posição para os dados de produtividade da soja (kg ha^{-1}) em sistema ILP e ILPF.

Tratamento	Posição	média	DP	mediana	CV
1	1	3146,29	167,90	3237,78	5,33
1	2	3841,96	279,87	3841,11	7,28
1	3	4536,43	143,16	4566,20	3,15
1	4	4546,07	181,67	4583,81	3,99
1	5	4691,31	109,65	4638,15	2,33
1	6	4555,23	251,19	4488,82	5,51
1	7	3972,31	205,25	4083,81	5,16
1	8	3198,54	368,70	3195,09	11,52
2	1	3005,84	436,28	3194,19	14,51
2	2	3761,30	338,37	3869,46	8,99
2	3	4265,04	213,00	4213,22	4,99
2	4	4635,06	217,30	4726,34	4,68
2	5	4618,02	201,55	4571,16	4,36
2	6	4406,81	272,54	4497,39	6,18
2	7	4140,47	149,77	4053,50	3,61
2	8	2985,90	283,66	3073,39	9,49
Controle	C	5040,16	115,34	5024,97	2,28
média		4079.22	231,4828	4109.317	6,086256

CV: coeficiente de variação; DP: desvio padrão.Tratamento 1:ILPF/Citriodora. Tratamento 2:ILPF/Urograndis. Tratamento Controle: ILP/Controle.

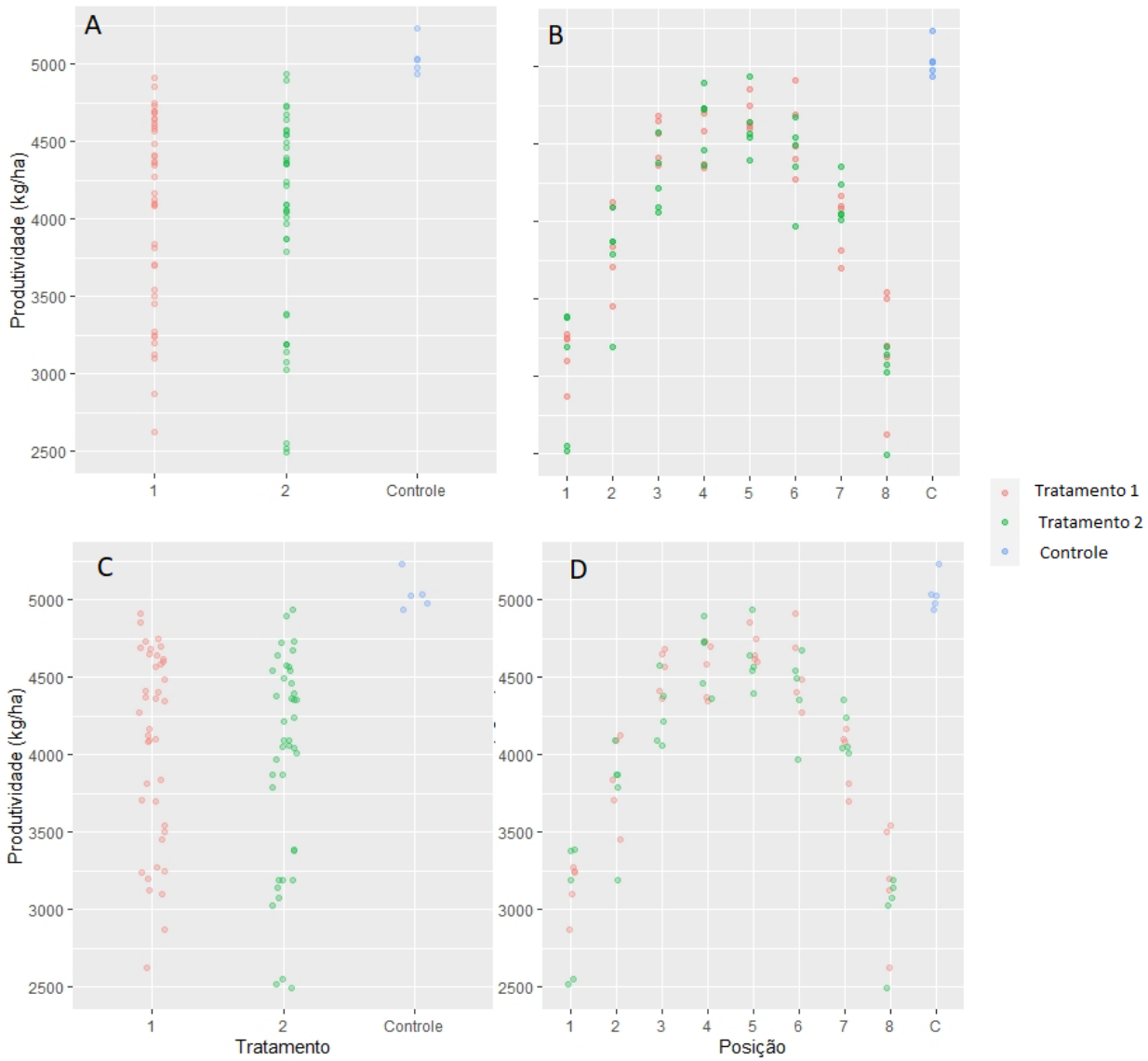

Figura 4. Gráficos de dispersão dos dados (A e B) e dispersão dos resíduos(C e D). Produção de soja em kg ha^{-1} em função dos tratamentos adotados e posição de coleta.

Os dados atenderam as premissas da ANOVA de homogenidade (p=0,1005) e normalidade (p=0,002) (Anexo 1). O gráfico q-q plot normal ou quantil-quantil normal) é apresentado na Figura 5 (C e D). Este é um gráfico de pontos de quantis amostrais dos resíduos versus quantis teóricos (resíduos esperados) da distribuição normal padrão. Ao ser analisado, observa-seque os resíduos encontram-se bem próximos à linha central pontilhada, com distorções apenas nas extremidades, porém não ultrapassam demasiadamente o intervalo

de confiança (linhas vermelhas superior e inferior). Desta forma os resíduos podem ser considerados com distribuição próxima da normal, atendendo ao pressuposto de normalidade dos resíduos. O mesmo padrão pode ser observado nos gráficos de histograma dos reíduos, indicando que os dados de produtividade da soja para as condições experimentais avaliadas se aproximam muito de uma distribuição normal.No entanto, foram observados alguns dados discrepantes pela análise do gráfico BoxPlot, conforme observado na Figura 6.

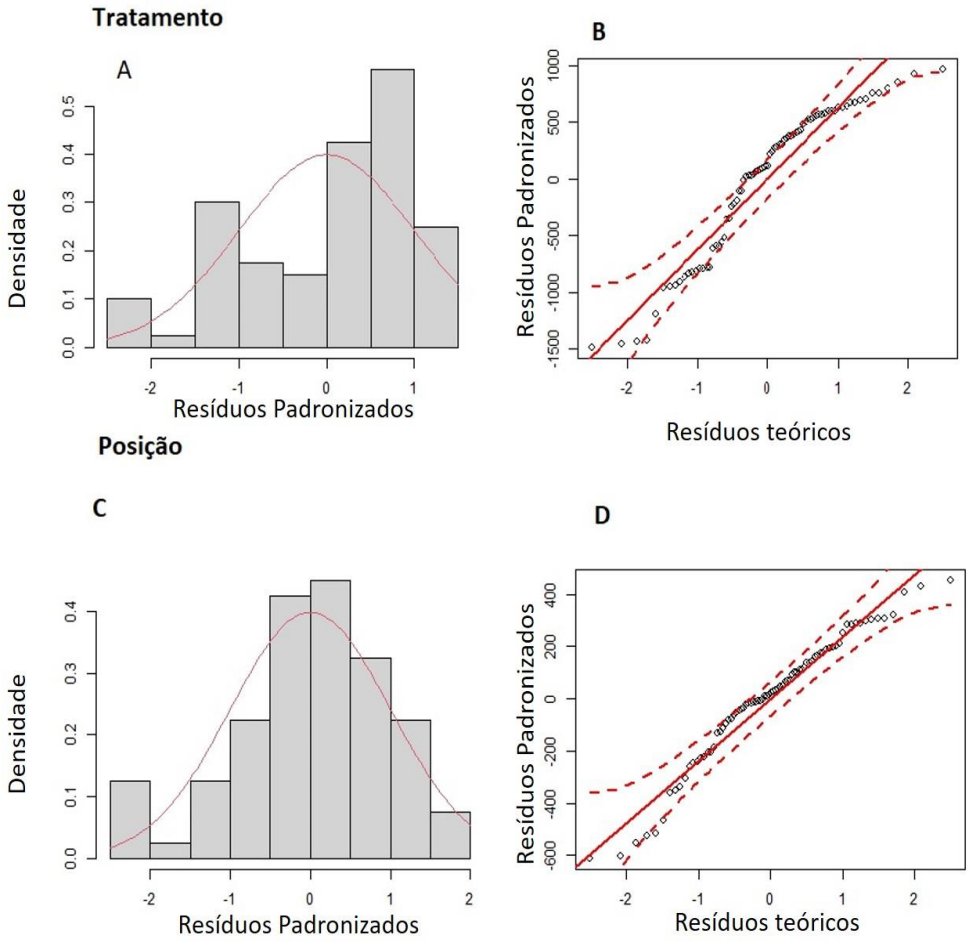

Figura 5. Gráfico de histograma dos resíduos e a curva teórica da distribuição do modelo (A e C) e gráfico qq-Plot Normal (95% de probabilidade) (Ce D) para análise dos dados de produtividade da soja em sistema ILP e ILPF em relação à “Tratamentos” e “Posições” estudadas de uma área experimental, em Jaboticabal-SP.

Comparando as distribuições dos diferentes tratamentos pelo gráfico Boxplot (Figura 6), o diagrama mostra que em média o tratamento Controle apresenta maior produtividade que os demais. Verificou-se que, no total dos pontos coletados e avaliados, os tratamentos 1 e 2, apresentam resultados médios, mínimos, máximos e medianas muito próximos entre si (Figura 6a), no entanto distintos em unção da posição de amostragem (Figura 6b).

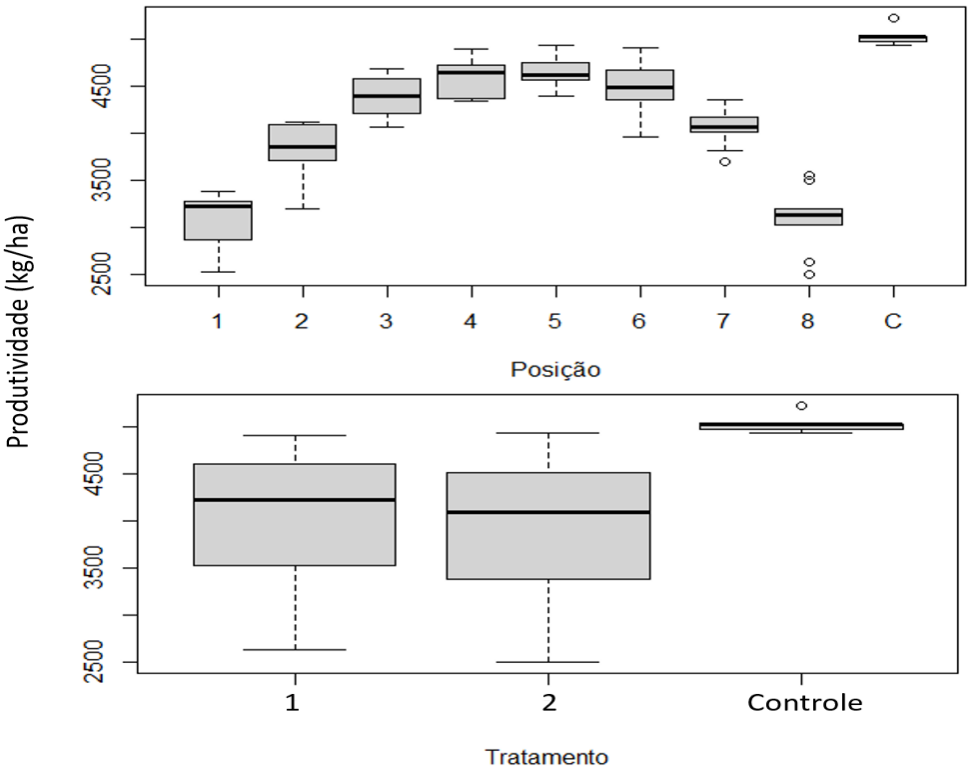

Figura 6. Gráfico Boxplot da produtividade de soja na safra 2018/2019, sob sistemas de ILPF (Tratamentos 1 e 2) e sistema ILP (Tratamento Controle) com relação às posições de coleta de dados.

Os valores discrepantes “para cima” no tratamento Controle e na posição 8 podem estar associados a erros amostrais. Entretanto, é plausível considerar que a produtividade da soja também está passível das influências do próprio manejo ILPF, no que diz respeito a utilização de maquinários e equipamentos nas entrelinhas das árvores e também pelo pisoteio dos animais na pastagem do sistema, como ressaltado por Neto (2015).

Segundo a análise de variância, a interação entre os tratamentos e posição de coleta não foi significativa a 5% de significância (Anexo 1). A análise dos dados por meio do teste de médias, revelou que para o ano em que foi realizado o experimento não houveram diferenças significativas entre as produtividades da cultura da soja obtidas pelos Tratamentos 1 e 2, como mostra a Figura 7a. Porém em ambos, se observou redução de produtividade nas posições próximas ao componente florestal (posições: 1, 2, 7 e 8), mostrado na Figura 7b, reduzindo em torno de 44% a produtividade em relação as posições centrais da área entre renques (posições: 3, 4, 5 e 6). Comparando os sistemas ILPF com o ILP, relata-se que o sistema ILP, dentro das mesmas condições de solo, tratos culturais e clima, proporcionou uma produtividade maior do que em sistemas ILPF.

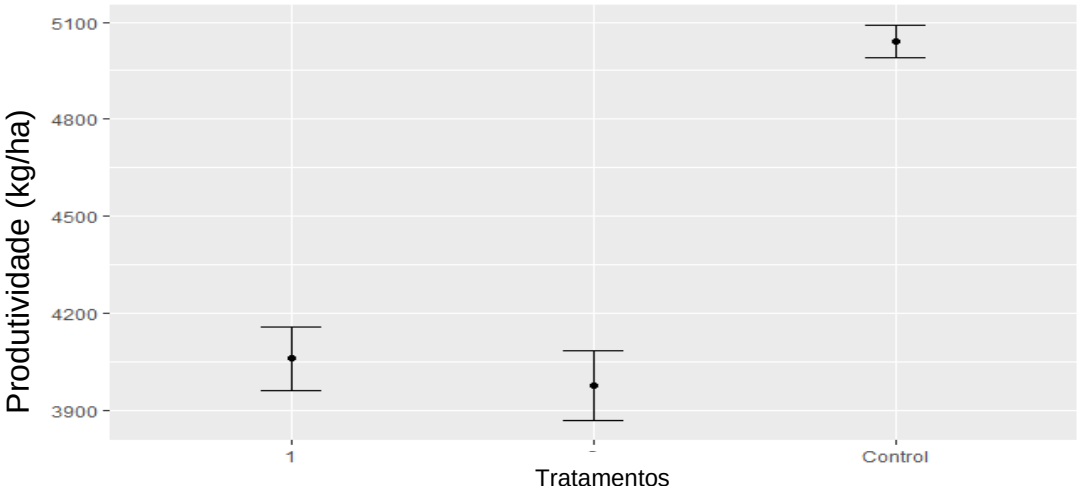

Figura 7a: Produtividade média obtida, em kg ha^{-1}, por Tratamento. O Tratamento 1 representa o uso clone Citriodora como componente florestal, e o Tratamento 2 representa o uso do clone Urograndis I144. O Tratamento Controle é representado pela área em sistema ILP.

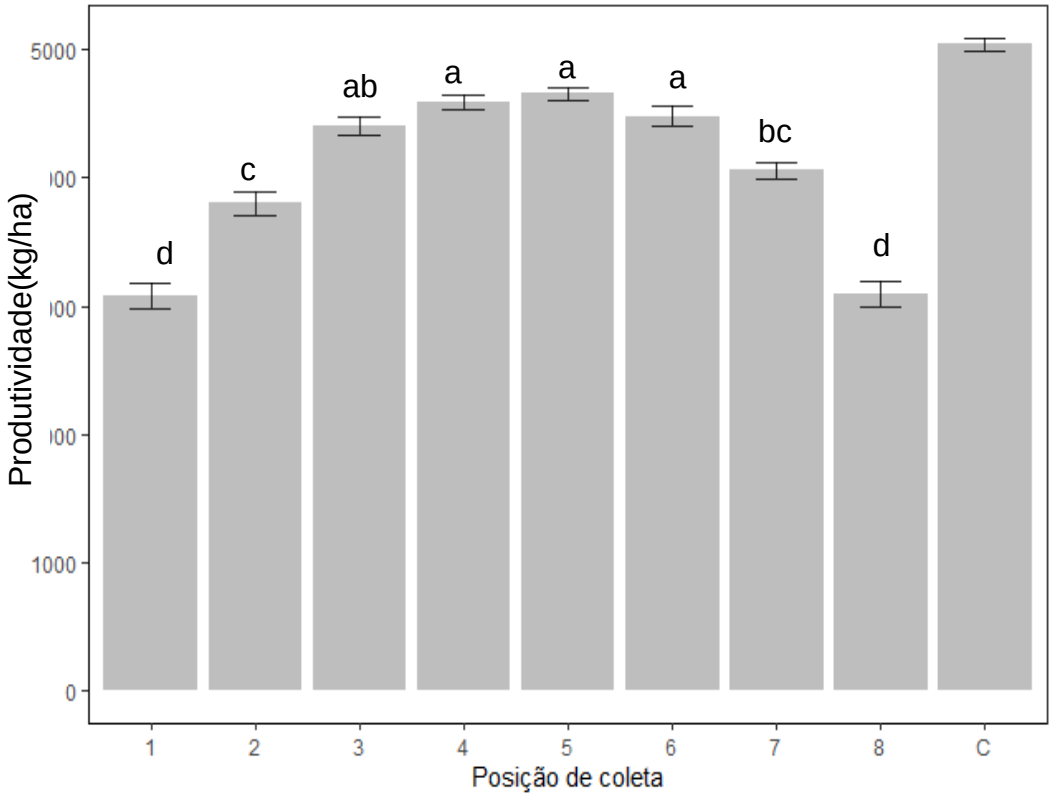

Figura 7b. Produtividade média da soja em kg ha^{-1}, sob sistemas de ILPF (Tratamentos 1 e 2, representando respectivamente o clone Urograndis I144 e a espécie Citriodora), e sob sistemas de ILP (Tratamento Controle). Sendo que a posição 1 é a mais próxima do componente florestal ao lado norte da área entre renques e a posição 8, a mais próxima do componente florestal ao lado sul, e a posição 5 é a central, que se encontra mais distante do componente florestal.

Segundo a CONAB (2020), a produtividade média da cultura da soja do Estado de São Paulo foi de 3.029 kg ha^{-1}, para a safra 18/19. Ou seja, para o experimento em questão foi obtida uma produtividade acima da média estadual, até mesmo nas posições próximas às linhas do componente florestal, tanto nos Tratamentos 1 e 2 (ILPF) quanto no Tratamento Controle (ILP).

A proximidade dos valores de produtividade da soja entre os sistemas 1 e 2, sem diferença siginificativa, pode ser atribuída ao fato desta cultura ter sido cultivada em um período de maior disponibilidade hídrica. Neste período também houveram precipitações mensais acima da média nos meses de grande importância para a planta, sendo eles os meses de novembro (fases iniciais da

planta) e fevereiro (época de floração), conforme mostrado nas Figuras 1 e 2. O que pode sobremaneira ter contribuído para o alcance de uma produtividade média na área acima da estadual e também minimizado a diferença entre tratamentos.

Os resultados encontrados corroboram com aqueles de França et al. (2013), onde por meio de avaliações também relacionadas a produtividade da soja, em sistemas de ILP e ILPF, no Mato Grosso do Sul, observaram redução de 47% na produtividade da soja ao longo da faixa entre renques, em sistemas ILPF, utilizando a espécie de eucalitpo “urograndis” (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*), clone H 13, e de até de 58% quando comparou-se a produtividade em sistema ILP.

Em trabalhos realizados por Geise et al. (2019), observaram uma redução de 5 a 8% no teor de água em pontos próximos das linhas das árvores comparando com as posições centrais de plantio entre renques. Relataram também que durante a estação de seca, os pontos de amostragem próximos às fileiras de árvores chegaram até se aproximarem do ponto de murcha, sendo um forte indicador de estresse hídrico sofrido pelas plantas. No entanto, não foi avaliada a produtividade do componente agrícola.

De acordo com Marchioro (2019), em trabalho realizado na mesma área experimental estudada, na safra 17/17, em que o componente agrícola era o milho de segunda safra, os valores de umidade observados no solo, foram maiores no sistema com o eucalipto Citriodora, que se manteram próximo a capacidade de campo, assim como no sistema em ILP. No entanto, em ambos os sistemas (Tratamento 1 e 2), foram também observados uma redução nos valores de umidade do solo na proximidade do componente florestal. Houve maior diferença na umidade do solo no sistema com a espécie Urograndis, devido principalmente as características morfológicas da planta, já mencionadas neste trabalho. Relatou-se também uma redução na produtividade da soja de 35% nas posições próximas ao componente florestal (1, 2, 7 e 8) após o cultivo do milho, na safra 17/18, em relação as posições centrais da área entre renques.

Pezzopane et al. (2019) realizando estudos em sistemas de ILPF relatou uma menor produtividade do milho e de forragem nas regiões mais próximas do componente florestal, correlacionando isto à competição por água e luz, os

mesmos observaram que o dano causado pela falta de água, em sistemas ILPF, é mais prejudicial para a produtividade da cultura agrícola do que a própria perda devida ao sombreamento.

Marchioro (2019) observou por meio de análises químicas do solo nas mesmas áreas entre renques deste trabalho, realizadas em novembro de 2017, que a diferença nos valores de produtividade não apresentaram correlação com as possíveis deficiências de nutrientes no solo.

No entanto, para as regiões próximas ao componente florestal, é notado também um efeito de competição entre os componentes dos sistemas (componente agrícola x florestal), resultando possivelmente na redução da produtividade nestas localizações, como observado por exemplo nas fases iniciais vegetativas da soja, mostrado na figura 8 associando com a figura 7b.

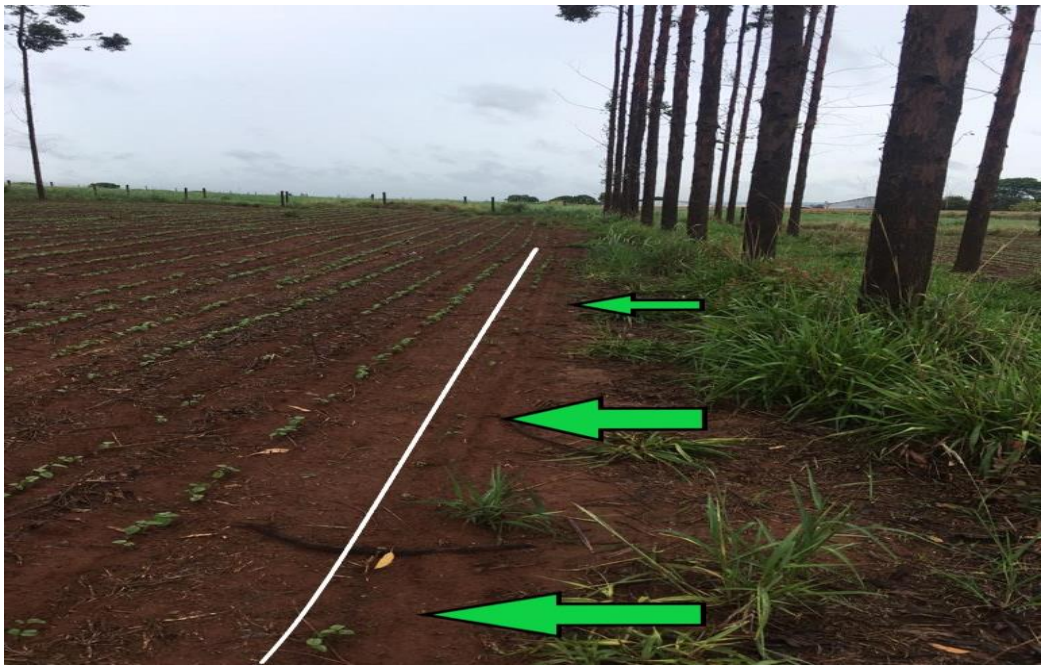

Figura 8. Foto tirada no ano de 2018 na fase V2 da soja, safra 18/19, mostrando incialmente indícios de que estaria havendo competitividade entre os componentes do sistema ILPF, nas proximidades das linhas das árvores, demonstrando plantas menores.

Em um trabalho realizado por Franchini et al. (2011), onde foi utilizado como componente florestal a espécie de eucalitpo *Corymbia maculata* Hill & Johnson (*Eucalyptus maculata* Hook) para um sistem ILPF, observaram neste

sitema que houve uma redução de 27% da produtividade média de soja, comparativamente à uma sistema de produção sem o componente flroestal, no quarto ano de safra (12/13).

Levando em conta que esta perda de produtividade relatada do componente agrícola em sistemas ILPF, nas regiões próximas as linhas de árvores, devido à competição por luz e água entre os componentes do sistema (florestal e agrícola), seria extremamente necessário a adoção de estratégias de manejo que visassem a obtenção de maiores produtividades, sustentabilidade e longevidade deste sistema.

Por meio dos resultados obtidos neste trabalho, é possível realizar a recomendação de algumas estratégias de manejo, que viabilizem a manutenção deste sistema, como as que serão comentadas a seguir.

Franchini et al. (2011) afirmam, que a redução na densidade de plantas de eucalipto possa ser uma estratégia para promover uma menor interferência no componente agrícola pelo componente florestal, e consequentemente garantir maiores ganhos no sistema de produção de grãos. O que de fato pode ser uma opção, já que o sombreamento do componente agrícola, principalmente na soja, afeta a produtividade.

A adoção preferencial de espécies florestais que tenham sistema radicular mais profundo, ao contrário de sistemas radiculares superficiais e laterais, é uma provavel estratégia. Podendo-se então utilizar a espécie Citriodora por exemplo, já que assim como nos trabalhos de Marchioro (2019) e França et al. (2013) utilizando espécies de eucalipto “Urograndis”, observou-se também uma redução na produtividade da soja. Para os resultados obtidos por Marchioro (2019) a produtividade da soja foi ainda menor em sistemas ILPF com a espécie arbórea Urograndis em comparação à espécie arbórea Citriodora.

Outra estratégia viável seria, a fim de garantir uma boa produtividade média do componente agrícola, a adoção de uma maior distância entre o componente agrícola e o componente florestal. Segundo Smethurst et al. (2017), recomenda-se efetuar o plantio do componente agrícola à uma distância de pelo menos 5 metros das linhas de árvores, sabendo que nesta distância haverá uma maior garantia de produtividade esperada, cultivando nesta faixa de 5 metros até mesmo pastagens permanentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste trabalho, identificou-se que a produtividade de soja em sistemas ILPF é reduzida devido ao efeito negativo que o componente florestal traz provavelmente em relação a competição por luz, água e nutrientes.

Os sistemas de ILPF, por meio do uso das espécies Citriodora e Urograndis, não diferiram entre si para os dados de produtividade da soja. Porém, ao comparar os sistemas ILPF com o sistema ILP, observou-se que este último obteve uma produtividade maior.

Ou seja, a produtividade da soja, neste trabalho, foi afetada negativamente pelo componente florestal, principalmente para as linhas de cultivo da soja mais próximas ao componente florestal, independente da espécie de eucalipto analisada. As reduções de produtividade chegaram à 40% em relação ao ILP.

Trabalhos utilizando diferentes espaçamentos entre os componentes do sistemas, diferentes espécies árboreas e diferentes espécies agrícolas devem ser realizados para obtenção de mais informações e aprofundamento do tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ASSIS, R.C.P; STONE, F.L; MEDEIROS, C.J; MADARI, E.B; OLIVEIRA, M. JANAÍNA DE; WRUCK, J F. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Campina Grande, PB. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 19, n.4, p.309-316. 2015

ALVARENGA, C.R.; GONTIJO NETO, M.M.; RAMALHO, J.H.; GARCIA, J.C.; VIANA, M.C.M.; CASTRO, A.A.D.N. Sistema de integração lavoura-pecuária: o modelo implantado na Embrapa Milho e Sorgo**.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 9P. (**Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 93**). 2007

BARCELLOS, A. DE O.; VIANNA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P. DE; YOKOYAMA, L.P. Restabelecimento da capacidade produtiva e desempenho animal em pastagens renovadas na região do Cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados, 4P. (**Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 22)**. 1999.

BARIONI, L. G.; LIMA, M. A. DE; ZEN, S. DE; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. (2007). A baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results**.** In: Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference, 3. Christchurch, New Zealand. **Proceedings... Christchurch: Greenhouse in Agriculture.** 2007,

BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. Embrapa Gado de Corte (CNPGC). BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa.Cap.2. p 11-18. 2012.

BALBINO, L.C; CORDEIRO, L.A.M; MARTÍNEZ, G.B. Contribuições dos Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura

de Baixa Emissão de Carbono. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Geografia Física** 05.1014-1026. 2011

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – **Acompanhamento da safra brasileira. Grãos.** V7 – safra 2019/20.n4.Quarto levantamento. 2020. Disponível em:< https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos?start=10 >. Acessado em: 01/07/2021.

COSTA, J.L. DA S.; RAVA, C.A**. Influência da braquiária no manejo de doenças do feijoeiro com origem no solo.** In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p.523-533. 2003

DA SILVA, C. F. **Manual de análises químicas se solos, plantas e fertilizantes**.2. ed. Embrapa Informação Tecnologia. Brasília, DF. 2009

DA SILVA, P.V. Arborização de pastagem e bem-estar animal: melhoria do ambiente e garantia de produtividade. **Artigo – Bem estar-animal. Revista Feed&Food**, p.58-62, mar/abr, 2007.

FERREIRA, A.D; SERRA, A.P;MELOTTO, A.M;BUNGENSTAB,V.A. Manejo de árvores e propriedades da madeira em sistema de ILPF com eucalipto**.** BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa. Cap 9, p.122-142. 2012

FRANZLUEBBERS, A.J. Integrated crop livestock systems in the southeastern USA. **Agronomy Journal**, v.99, p.361-372. 2007

FRANÇA, A. N.; FERREIRA, A. D.; MACEDO, M. C. M.; ARAUJO, A. R. de; GONÇALVES, A. A. Índice de produtividade da lavoura de soja consorciada com eucalipto em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10

ANOS DE PESQUISA. Campo Grande. **Anais... Campo Grande: SAF´s : Embrapa Gado de Corte,** 2013

FRANCHINI, J. C.; SILVA, V. P. da; BALBINOT-JUNIOR, A. A.; SICHIERI, F.; PADULLA, R.; DEBIASI, H.; MARTINS, S. S. Integração lavoura-pecuária-floresta na região noroeste do Paraná. Londrina: Embrapa Soja. 14 p. (**Embrapa Soja. Circular Técnica, 86**). 2011

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F. J.; SKORUPA, L. A.; WINK, N. N.; GUISOLPHI, I. J.; CAUMO, A. L.; HATORI, T. Integração Lavoura Pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu**.** Londrina: Embrapa Soja. 20 p. (**Embrapa Soja. Circular Técnica 77**). 2010

GEISE, M.; GLATZE, S; ASCH, F;ALMDEIRA, G.R; MACEDO, M.C.M; PEREIRA, M. **Dinâmica da água em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta.** Cap. 14. p. 196-206. 2019

IEA- Instituto de Economia Agrícola. Secretária de Agricultura e Abastecimento, SP. 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=14764>. Acesso em: 10/06/2021.

ILKEDA, S.F; MITJA, D; VILELA, L; CARMONA, R. Banco de sementes no solo em sistemas de cultivo lavoura-pastagem. Pesq.agropec.bras., Brasíla, v.42,n11,p.1545-1551,nov.2007

LAZZAROTTO, J. J.; DOS SANTOS, M. L.; DE LIMA, J. E.; DE MORAES, A. VOLATILIDADE DOS RETORNOS ECONÔMICOS ASSOCIADOS À INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO ESTADO DO PARANÁ. **Revista de Economia e Agronegócio**, [S. l.], v. 7, n. 2, 2015.

MARCHIORO, V. Influência do componente florestal na produtividade agrícola em sistemas de integração lavoura-pecuária floresta. UNESP - Campus de Jaboticabal. Jaboticabal, SP. 2019

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - Agropecuária é único setor da economia com crescimento na pandemia, diz IBGE. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/agropecuaria-e-unico-setor-com-crescimento-na-pandemia-diz-ibge>. Acesso em 15/04/2021.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A. O. A Planta Forrageira e o agroecossistema. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J. C.; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. (EDS**). As pastagens e o meio ambiente. (SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 23)**. Piracicaba: FEALQ. p. 87-137. 2006

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Forage productivity and nutritive value during pasture renovation in integrated systems. Agroforestry Systems, v. 93, n. 1, p. 39–49, 2 fev. 2019.

R Core Team – R: A language and environment for statistical computing, Vienna, Austria. Disponível em:<https://www.R-project.org> . Acesso em:01/07/2020.

SANTOS, F.R; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.2, n.3, p.287-294, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 1998

SILVA, P.V- Produtividade em sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Subtrópico Brasileiro. Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR. 2012.

SOUSA, D. M. G., VILELA, L.; REIN, T. A., LOBATO, E. Eficiência da adubação fosfatada em dois sistemas de cultivo em um latossolo de Cerrado. **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO,** 26., Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBCS.1 CD-ROM. 1997.

SOUSA, D.M.G. de. **Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados. p.145-177. 2007

SMETHURST, P. J; HUTH, I.N; MASITAKI, P; SILESHI, W.G; AKINNIFESI, K.F; WILSON, J; SINCLAIR, F. Accurate crop yield predictions from modelling tree-crop interactions in gliricidia-maize agroforestry. **Agricultural Systems**, v. 155, n. April, p. 70–77, 2017.

VILELA, L.; MARTHA JR, G.G.; MARCHÃO, L.R.; Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. EMBRAPA cerrados**. Revista UFG**, Goiânia -GO, v. 13, n. 13, p. 92-99, 2012

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; KARINA PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura--pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1.127-1.138, 2011.

VILELA, L.; BARCELLOS, A. O.; MARTHA JÚNIOR, G. B. PLANTIO DIRETO DE PASTAGENS. **Simpósio sobre manejo da pastagem**, 23. Piracicaba. Anais… Piracicaba: FEALQ. p. 165-185. 2006

VILELA, L.; MARTHA Jr., G. B**. Integração lavoura-pecuária no Cerrado.** Planaltina: Embrapa Cerrados**.** 3 p. 2010

ANEXO 1

Tabela 1. Análise de Variância

Fonte de variação	**GL**	**SQ**	**QM**	**F**	**p-valor**
Tratamento	1	140157	140157	2,29	0,13
Posição	7	28866369	4123767	67,30	0
Tratamento*Posição	7	381588	54512	0,89	0,52
Ad *vs* fatorial	1	4905626	4905626	80,05	0
Resíduo	68	4166913	61278		
Total	84	38460654			
CV = 6.07 %					

GL: graus de liberdade; SQ: soma dequadrados; QM: quadadro médio; F: valor de F; CV: coeficiente de variação.

- Teste de Homogeneidade das variâncias (teste de Levene)

	GL	valor	p-valor
grupo	16	1.5733	0.1005
Resíduo	68		

- Teste de normalidade (resíduo do modelo) de Shapiro-Wilk

p-valor: 0.02193394

- Contraste do tratamento adicional com o fatorial

Adicional: 5040.164 a
Fatorial: 4019.162 b

- Interação não significativa: análise de efeito simples

Tratamento:
De acordo com o teste de F, as médias deste fator são estatisticamente iguais

níveis de tratamento	médias
1	4061,01
2	3977,30

Tratamento 1: ILPF/Citriodora. Tratamento 2:ILPF/Urograndis.

Posição:
Teste de Tukey

nível de posição amostrada	médias	
5	4654,66	a
4	4590,56	a
6	4481,02	a
3	4400,73	a
7	4056,38	b
2	3801,63	b
8	3092,21	c
1	3076,06	c

Posição 1: mais próxima do componente florestal, lado Norte. Posição 8: mais próxima do componente florestal, lado Sul. Posições 2, 3, 4, 5, 6, 7: sequencialmente distribuidas na área central entre renques.