

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE ZOOTECNIA**

RAÍSSA FURLAN BASSO

**ADOÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA
COMO ESTRATÉGIA PARA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL**

**Porto Alegre
2023**

RAÍSSA FURLAN BASSO

**ADOÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA
COMO ESTRATÉGIA PARA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

Coorientador: Eng. Agr. Me. Sylvio Solom Santana Mendina

**Porto Alegre
2023**

RAÍSSA FURLAN BASSO

**ADOÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA
COMO ESTRATÉGIA PARA INTENSIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: __/__/____.

Paulo César de Faccio Carvalho
Prof. Dr. UFRGS
Orientador

Sylvio Solom Santana Mendina
Eng. Agr. Me.
Coorientador

Débora Rubin Machado
Zootecnista Me.

Diogo Magnabosco
Prof. Dr. UFRGS

**Porto Alegre
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, pais, irmão, avós, tios e primos que independente da distância e circunstância estiveram ao meu lado oferecendo apoio durante toda a graduação. Ao meu namorado Cláudio Antônio que entre tantas qualidades sempre foi um exemplo de foco e disciplina que muito me inspira. Aos meus amigos de infância e aos que conquistei ao longo da jornada acadêmica que por diversas vezes cumpriram também com o papel de família. Ao Grupo de Pesquisa em Ecologia do Pastejo, que durante toda a graduação me proporcionou inúmeras experiências que não teriam sido possíveis de se vivenciar sem o apoio e incentivo do GPEP. Ao professor Paulo Carvalho que além de orientador é um ser humano ímpar que dedica os dias a gerar oportunidade ao próximo. Ao professor Diogo e a Débora por aceitarem compor minha banca e estarem a disposição em diversos momentos em que precisei de apoio. Ao Sylvio e a Lidiane que vem me amparando a anos dentro da universidade e que desempenham muito mais que o papel de amigos e colegas, a ajuda de vocês foi imprescindível para que eu chegasse até aqui.

A todos os mestres que me ajudaram a trilhar o caminho até o dia de hoje, meu muito obrigada!

RESUMO

O estudo dos Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) é o principal subsídio para a intensificação sustentável da cadeia produtiva de alimentos no Brasil e no mundo. O mercado consumidor apresenta uma crescente busca e exigência por produtos que sejam reconhecidamente oriundos de sistemas de produção que prezam pela sustentabilidade do ciclo produtivo e bem-estar animal, sem deixar de lado a qualidade do produto, assim, cabe ao produtor cumprir com os requisitos desta demanda e ainda garantir a viabilidade da atividade econômica.

Muitos são os arranjos possíveis dentro de um Sistema Integrado de Produção Agropecuária, este estudo abordará aspectos do sistema composto por lavoura, pecuária e floresta e através de uma revisão bibliográfica objetiva elencar os benefícios da adoção deste sistema produtivo, sejam eles econômicos, ambientais ou relativos ao bem-estar dos animais em produção.

Palavras-chave: bem-estar animal; sistemas de produção; sustentabilidade.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Metodologia	8
3. O sistema	8
4. O plano ABC+	8
5. Componente vegetal	9
5.1 Componente arbóreo	11
5.2 Lavoura de grãos	14
5.3 Forrageiras	15
6. Componente animal	20
6.1 Reflexos do bem-estar animal na produção de alimentos	23
7. Produtividade	24
8. Pontos críticos	25
9. Conclusão	27
10. Referências	28

1. INTRODUÇÃO

A crescente evolução e tecnificação da produção primária do Brasil é um caso de sucesso valorizado no mundo todo. Nosso país reúne um conjunto de aspectos que nos permite produzir uma gama de produtos de qualidade durante o ano todo em todas as regiões do território.

O setor agropecuário tem vital importância no Produto Interno Bruto brasileiro, segundo pesquisadores do Cepea a participação do agronegócio no PIB nacional alcançou 24,8% em 2022. Toda essa produção é oriunda de apenas 28% do território nacional, e ainda mantendo a preservação de 61% dos seus biomas, conforme dados da EMBRAPA (2012).

Conforme o cenário projetado pelo Órgão das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), até 2050 teremos que aumentar em 60% a produção de alimentos para que consigamos atender à necessidade mundial, devido ao crescente desenvolvimento econômico e conseqüente aumento do poder aquisitivo do consumidor, além do crescimento da população e elevação da média de expectativa de vida. Por conta dos resultados positivos que vem apresentando no desenvolvimento dos seus sistemas produtivos, há uma grande expectativa global de que o Brasil seja o responsável por suprir a demanda prevista de alimentos (EMBRAPA, 2012).

Neste panorama os SIPA principalmente os que contém componentes arbóreos no sistema podem contribuir para, além de aumentar a produção de alimentos conforme esperado e preciso, recuperar áreas degradadas, promover a manutenção e reconstituição da cobertura florestal, promover e gerar emprego e renda, auxiliar na adoção de boas práticas agropecuárias, melhorar condições sociais promovendo a adequação da unidade produtiva à legislação ambiental e valorização dos serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas, tais como: (i) conservação dos recursos hídricos e edáficos; (ii) abrigo para os agentes polinizadores e de controle natural de insetos-pragas e doenças; (iii) fixação de carbono; (iv) redução da emissão de gases de efeito estufa; (v) reciclagem de nutrientes e (vi) biorremediação do solo (BALBINO et al., 2011).

Nesta revisão bibliográfica o destaque será, entre os tantos benefícios dos sistemas integrados, o bem-estar animal, relacionado ao conforto térmico de bovinos, a sustentabilidade do sistema destacando a influência na mitigação dos gases de efeito

estufa e o impacto econômico da adoção desse sistema por parte dos produtores. Também serão abordados possíveis pontos críticos no arranjo de um SIPA composto por lavoura, pecuária e floresta.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto de revisão bibliográfica, foram realizadas pesquisas com o intuito de selecionar e consultar teses, dissertações e experimentos com temas relacionados ao assunto abordado. Esta revisão tem como finalidade demonstrar os benefícios da adoção de um Sistema Integrado De Produção Agropecuária, com suas potencialidades e limitações, a fim de expor ao público acadêmico e ao produtor rural uma alternativa sustentável de intensificar a produção de alimentos no Brasil.

3. O SISTEMA

Dentro dos arranjos de SIPA podemos integrar numa mesma área componentes agrícolas, pecuários e florestais. Os cultivos podem ocorrer em consórcio, em regime rotacionado ou em sucessão, desde que haja interação entre todos os componentes, resultando em benefícios para todas as produções integrantes do sistema.

Este sistema pode ser adotado de diversas maneiras, com diferentes culturas e espécies animais, adaptando-se às características de todas as regiões do Brasil, adequando-se às condições climáticas, ao mercado local e ao perfil do produtor, que pode ser pequeno, médio ou grande.

Segundo a organização Rede ILPF até a safra 2020/2021 área estimada com esse sistema produtivo no Brasil era de 17,43 milhões de hectares.

4. O PLANO ABC+

O plano ABC é uma política pública que visa organizar o planejamento de ações a serem adotadas para produzir de maneira mais sustentável. As tecnologias elencadas para serem colocadas em prática no plano ABC são relacionadas ao compromisso do Brasil de diminuir e mitigar a emissão de gases de efeito estufa na produção agropecuária do país.

Dando continuidade ao plano ABC, surge o Plano ABC+, que traz metas para a redução da emissão dos GEE até 2030. Essa nova fase do plano foi lançada em abril

de 2021 com o intuito de oportunizar maiores avanços através de soluções tecnológicas sustentáveis para o ambiente produtivo e para diversificar e melhorar a renda do produtor rural, focando na produção agropecuária e no enfrentamento das crises climáticas.

Os SIPA tem sido citado como uma das tecnologias mais relevantes para atingirmos as metas do Plano ABC definidas pelo nosso país, e agora pelo Plano ABC+. Com os sistemas integrados promovemos o desenvolvimento sustentável da produção agropecuária e ainda podemos reduzir a área necessária para produzir a mesma quantidade de carne, poupando terra e reduzindo as emissões de GEE. Os SIPA são uma das tecnologias mais promissoras quando comparada às alternativas do plano ABC. (Confederação de Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA, 2021).

5. COMPONENTE VEGETAL

O avanço da produção agropecuária brasileira é um caso de sucesso no mundo inteiro. Somando amplo espaço territorial às condições de clima, solo, topografia característicos e, principalmente, ao esforço de consolidar uma rede de pesquisa e desenvolvimento que tem como marco a fundação da Embrapa, na década de 70, o Brasil reuniu um conjunto de condições que o tornou uma potência agropecuária (EMBRAPA, 2012). Atualmente existem diversas equipes de instituições federais e de iniciativas privadas que se dedicam à pesquisa e extensão de tecnologias principalmente na área de forragens.

No período de 1970 a 2006, a área total de pastagens no Brasil cresceu apenas 12%, enquanto o rebanho cresceu mais de 115%. As pastagens cultivadas, em sua grande maioria, foram estabelecidas em solos ácidos e de baixa fertilidade, deficientes, principalmente, em fósforo, cálcio e magnésio. Em muitas situações, os solos utilizados eram marginais e até inadequados para outro uso agrícola (ZIMMER et al., 2011). Das áreas com pastagens cultivadas, mais de 80 milhões de hectares foram formadas com forrageiras do gênero *Brachiaria*, sendo que destes, 90% são ocupados por duas espécies: *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria decumbens*. (EMBRAPA, 2012). Na década de 1980, com o início do processo de degradação das pastagens estabelecidas nas décadas anteriores, surgiu a necessidade e o interesse em recuperá-las com cultivos anuais, com vários estudos demonstrando resultados promissores. A partir deste período, a Embrapa e outras instituições de pesquisa

iniciaram e intensificaram o desenvolvimento de soluções e a transferência de tecnologias para a recuperação de pastagens com sistemas integrados de produção agropecuária, como o Sistema Barreirão e o Sistema Santa Fé (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Mais recentemente, o interesse pelos sistemas em integração se ampliou e, além de cultivos anuais na recuperação de pastagens, houve a introdução do componente florestal (MACEDO, 2010).

O interesse pela adoção destes sistemas ocorreu principalmente pela necessidade de recuperação das áreas de pastagens degradadas e pelas restrições ambientais para abertura e novas áreas de vegetação nativa, principalmente a partir da década de 1990. A degradação das pastagens é o fator mais importante, na atualidade, que compromete a sustentabilidade da produção animal, sendo um processo dinâmico de queda relativa da produtividade. Os sistemas agrícolas tradicionais de lavouras anuais, por sua vez, com excessivo preparo do solo, cultivos contínuos sem rotação de culturas, têm prejudicado a qualidade física e química do solo, assim como aprofundado os problemas de pragas, doenças e invasoras (EMBRAPA 2012).

O termo SIPA – Sistemas Integrados de Produção Agropecuária diz respeito a um mesmo sistema, mas que pode ser elaborado por componentes distintos, os possíveis arranjos são inúmeros, mas no Brasil tradicionalmente a integração da produção é feita principalmente em quatro conformações, que integram pecuária e agricultura, pecuária e floresta, floresta e agricultura ou pecuária, agricultura e floresta, sendo este último o SIPA em destaque neste trabalho.

Zimmer et al. (2012) expressam que cada um desses grandes sistemas pode ser subdividido em modalidades variadas de princípios de produção conforme os componentes de produção vegetal ou animal envolvidos, adequando-se as criações e cultivos mais prósperos à cada agroecossistema, bem como à realidade local dos produtores.

Diversos estudos demonstram os benefícios da inclusão do componente arbóreo no sistema proporciona a melhoria da beleza cênica da paisagem, de características microclimáticas, da qualidade do solo, do bem-estar animal, da qualidade da forragem e da mitigação de gases de efeito estufa (CARVALHO et al., 2001; CORSI., GOULART, 2006; ALMEIDA, 2010; EUCLIDES et al., 2010; MACEDO, 2010).

O uso de sistemas integrados com componente arbóreo em estabelecimentos rurais é uma alternativa que apresenta diversas vantagens, para a reforma ou renovação de

pastagens e/ou a recuperação de áreas que apresentem algum estágio de degradação. Proporcionam melhorias das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, evitam erosão, promovem o sequestro de carbono, a conservação de recursos hídricos e biodiversidade, além de diversos benefícios técnicos, econômicos e sociais.

De acordo com Kichel., Miranda (2002), o potencial de adoção desse sistema integrado em diferentes ecossistemas brasileiros está condicionado, principalmente, aos seguintes fatores, disponibilidade de solos e clima favoráveis; infraestrutura para produção e armazenamento de produtos e insumos; recursos financeiros próprios ou acesso a crédito; domínio da tecnologia para produção de grãos, pecuária e floresta; acesso a mercado para compra de insumos e comercialização da produção; acesso à assistência técnica; possibilidade de arrendamento da terra ou de parceria com produtores tradicionais de grãos, pecuária ou floresta.

5.1. COMPONENTE ARBÓREO

O componente arbóreo, por ter mais tempo de permanência no sistema, e por ter grande influência na produtividade dos demais componentes (lavoura, forrageira e animal), deve ser escolhido com muito cuidado, a partir do diagnóstico das condições e dos objetivos do sistema de produção, assim como a definição da orientação e do arranjo espacial das árvores.

Os SIPA são modelos de produção que permitem a integração dos componentes agropecuários e florestais, sendo reconhecidos como uma excelente alternativa de intensificação sustentável (Sekaran et al., 2021). Possuem árvores em seu arranjo são naturalmente mais complexos, sendo a duração do ciclo dependente principalmente do componente arbóreo, por isso, é fundamental que o sistema seja implantado corretamente, para se evitar problemas de manejo no futuro, que muitas vezes são irreparáveis. Baseados no uso conservacionista dos recursos naturais e energéticos e aliados à diversificação da pecuária/cultura, são ambientalmente mais sustentáveis e menos dependentes de insumos, além de garantir estabilidade econômica ao longo do tempo devido à melhoria dos processos químicos, físicos e biológicos características do solo (Garrett et al., 2017). A atenção a diversos detalhes no planejamento, bem como cuidados na definição de cada passo da implantação dos

diferentes componentes do sistema podem fazer a diferença entre o fracasso e o sucesso da atividade.

As árvores podem estar distribuídas de modo aleatório ou em espaçamentos previamente determinados, sendo oriundas de novo plantio ou do manejo da regeneração natural. O uso de árvores em linhas na pastagem preconiza a formação de faixas de árvores, recortando toda a pastagem, preferencialmente em nível. As árvores podem ser plantadas em uma única linha, ou em linhas com duas ou mais fileiras. O plantio das árvores em linhas deve facilitar a entrada de implementos agrícolas. Recomenda-se que as árvores sejam podadas e raleadas à medida que se desenvolvem, para maximizar sua produção e para manter o desenvolvimento do pasto (MONTROYA et al., 2000).

A orientação das fileiras de árvores deve seguir o nível do terreno, para favorecer a conservação do solo e da água e, no caso de terrenos com terraceamento, as fileiras de árvores devem ser implantadas no terço inferior dos terraços. Entretanto, em terrenos planos a suavemente ondulados, a orientação das fileiras de árvores deve seguir o sentido Leste-Oeste, que permite maior incidência luminosa no sub-bosque. No caso da necessidade de orientação das fileiras de árvores no sentido Norte-Sul, recomendam-se espaçamentos mais amplos entre fileiras de árvores. Espaçamentos entre fileiras ou renques de árvores podem variar de 9 a 50 m, sendo que espaçamentos menores limitam a produção dos demais componentes (EMBRAPA, 2012). É preciso que se diga que algumas características dependem do espaçamento e densidade arbórea, direcionamento da linha de plantio, seleção de espécies com copa pouco densa e manejo para diminuição da copa ou do número de árvores (ANDRADE et al., 2002).

A luz é um fator determinante na heterogeneidade espacial e conseqüentemente na disponibilização de recursos para as espécies vegetais e nos processos em nível de comunidade (NICOTRA et al. 1999). Em função disso, a heterogeneidade na distribuição da radiação solar, pode determinar pequenos sítios de recrutamento e, por conseguinte, influenciar na distribuição de espécies vegetais nos ambientes de floresta (Fetcher et al. 1994; Lüttge, 1997; Gendron et al. 2001).

As árvores reduzem a luminosidade disponível para as plantas que crescem sob suas copas e têm influência sobre aspectos morfofisiológicos determinantes da produtividade da pastagem (Paciullo et al., 2008). Sabe-se, que em competição por

luz haverá grande tolerância ao sombreamento ou maior capacidade em sombrear outras plantas vizinhas, o que pode ser bom por um lado, pois plantas daninhas heliófitas seriam prejudicadas. o sombreamento imposto pelo componente arbóreo pode afetar o estabelecimento e crescimento das gramíneas, em função da maior ou menor disponibilidade de radiação (Andrade et al., 2004; Paciullo et al., 2008; Soares et al., 2009).

Ao mesmo tempo, sabe-se que pastagens arborizadas contribuem ainda para a fixação do carbono no solo e na biomassa, redução da emissão de óxido nitroso e a mitigação da emissão de gás metano pelos ruminantes, contribuindo desta maneira para diminuição do aquecimento global (Rodrigues et al, 2013).

A partir desse princípio para evitar que haja competição entre as espécies e inviabilize o cultivo consorciado o conhecimento do comportamento dos indivíduos na competição por fatores de produção é importante para obtenção de produtividades satisfatórias de grãos e formação da pastagem (Kluthcouski & Aidar, 2003).

De acordo com a Bracelpa (2014), no Brasil, o eucalipto tem sido a principal espécie arbórea utilizada nos programas de reflorestamento e, quase sempre, questiona-se sobre as mudanças que podem promover no solo. Em direção oposta, estudos atestam que o gênero *Eucalyptus* apresenta elevada eficiência nutricional em razão de sua maior capacidade de retranslocação de nutrientes em relação a outras espécies florestais, especialmente coníferas (Attiwill, 1980; Reis & Barros, 1990).

Em estudo realizado, KRUCHELSKI, S. et al (2022) verificou a relação altura-diâmetro em eucalipto em SIPA, no presente estudo, as formas desiguais de manejo influenciaram nas diferenças encontradas na relação altura-diâmetro entre os tratamentos. De acordo com a análise realizada, a monocultura florestal não apresenta similaridade com os demais sistemas de produção, com maior assíntota e árvores que atingem maiores alturas com menor DAP. Essa diferença entre o manejo da monocultura e dos sistemas agroflorestais já foi observada em outros estudos (Oliveira et al., 2009; Paula et al., 2013; Ferreira et al., 2020). Os resultados obtidos mostram o efeito da competição devido ao menor espaçamento entre as árvores, o que provoca um maior crescimento em altura em detrimento de um menor incremento em diâmetro.

A relação entre altura e diâmetro é plástica, não fixa, e depende de variáveis climáticas, manejo, história filogenética e limitações ambientais em escala

biogeográfica (Hulshof et al., 2015). De acordo com o modelo altura-diâmetro utilizado, o parâmetro representa a assíntota (Tjørve & Tjørve, 2017) ou, neste caso, a altura máxima que as árvores podem alcançar. Os SIPA possuem uma equivalência deste parâmetro e, portanto, as árvores sob ambos atingiriam teoricamente a mesma altura média máxima. Embora não haja identidade de modelo entre esses sistemas, ambos possuem parâmetros de modelo equivalentes, sugerindo que a presença de gado em cada um deles é preponderante para o desenvolvimento da relação altura-diâmetro nas espécies florestais estudadas.

Os efeitos das árvores sobre o componente animal em SIPA estão bem documentados, incluindo sombra para o bem-estar animal, efeito quebra-vento, diminuição da temperatura, regulação da umidade do ar e melhoria da qualidade da forragem, que são mudanças favoráveis para o comportamento animal, juntamente com a adequada arranjos para proporcionar maior peso vivo (Silva et al., 2008; Porfírio-da-Silva, 2018).

Os resultados verificados por KRUCHELSKI, S. et al (2022), indicaram que existe também um efeito animal na componente arbórea, com as árvores a apresentarem um diâmetro maior quando as alturas médias das árvores do ICLS são iguais, não só devido ao espaçamento de plantação, mas também ao pastoreio do gado. Esse achado pode estar relacionado ao fato de que, ao buscar sombra, o gado se concentra mais próximo à linha das árvores, o que leva a uma maior deposição de esterco e urina na área e, conseqüentemente, a uma melhor ciclagem de nutrientes (Carpinelli et al., 2021) e maior aporte nutricional do que o usualmente encontrado no sistema pecuário-florestal com conseqüente melhora na fertilidade do solo.

5.2. LAVOURA DE GRÃOS

A utilização de lavouras de grãos e pastagens anuais tem sido, há longo tempo, uma prática cultural nos processos de recuperação ou renovação de pastagens cultivadas. A condução eventual dessas atividades pelo produtor, ou por parceiros e arrendatários, pode ser apenas uma estratégia para diminuir custos e retornar rapidamente para sua atividade principal de produção animal (MACEDO., ZIMMER, 1990; KLUTHCOUSKI et al., 1991; ZIMMER et al., 1999).

A escolha da cultura anual dependerá da aptidão agrícola da região em que o sistema será implantado. Na região do Cerrado brasileiro, as culturas tradicionais como soja,

milho, sorgo e arroz, vêm sendo empregadas de forma satisfatória para compor o componente lavoura do sistema.

A radiação incidente chega ao interior da cobertura vegetal diretamente pelas clareiras e pelas margens e como radiação difusa proveniente da reflexão das folhas (radiação que atravessa as folhas). A atenuação da radiação na cobertura vegetal depende, principalmente, da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente (MACEDO et al., 2010).

O efeito do sombreamento na soja, que é a principal cultura de grãos utilizada em sistemas integrados, é um ponto crítico no planejamento para a implantação do sistema. A soja apresenta um claro potencial adaptativo em alocar em seus recursos em direção a um rápido crescimento longitudinal, quando ela é sombreada por outra planta. Assim ela pode aumentar possibilidades de adquirir uma porção de radiação fotossinteticamente ativa não filtrada. O crescimento longitudinal ocorre em detrimento do número de ramificações e área foliar. O alongamento dos entrenós também é resposta de adaptação da soja quando sombreada (TAIZ & ZEIRGER, 2004).

Para a cultura de soja, a radiação solar está relacionada com a fotossíntese, alongação de haste principal e ramificações, expansão foliar, pegamento de vagens e grãos e, fixação biológica (CÂMARA, 2000).

O rendimento máximo da soja é determinado pela otimização da capacidade da planta na interceptação da radiação solar e ou acúmulo de matéria seca durante o estágio vegetativo e o reprodutivo, sendo neste último, dependente, também, de outros fatores como condições meteorológicas, data de semeadura, genótipo, fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entre linhas (WELLS, 1991, 1993).

5.3. FORRAGEIRAS

A forrageira usualmente entra no sistema a partir do segundo ano de sua instalação. O plantio da forrageira é realizado sobre a palhada da cultura de verão ou de inverno. Em algumas regiões, a forrageira pode ser também plantada em sistema de consórcio com o milho safrinha ou sorgo (sistema Santa Fé). Dessa forma, após a colheita do milho ou sorgo, a forrageira está com o sistema radicular estabelecido, aproveitando melhor a água e nutrientes disponíveis, potencializando o crescimento e desenvolvimento da planta.

Durante a fase produtiva ou de manutenção da pastagem, estima-se que, no primeiro ano do estabelecimento, a produção forrageira e animal seja, em média, de 30% a 40% superiores em relação aos três ou quatro anos subsequentes, quando o potencial produtivo não é limitado por problemas de clima, solo ou manejo animal inadequado. Neste período, também, são indicados sistemas de integração com lavouras intercalares, para melhorar o condicionamento da fertilidade do solo e manter a capacidade produtiva da pastagem em sucessão à cultura (MACEDO, 2001; ZIMMER et al., 2004).

A escolha de plantas forrageiras para uso nestes sistemas está focada na sua capacidade de adaptação às condições de sombreamento que podem modificar sua morfofisiologia. A baixa luminosidade promove alterações morfológicas no dossel forrageiro que permitem aumentar a interceptação de luz com menor índice de área foliar (IAF), por meio do aumento da área foliar específica (PACIULLO et al., 2007).

O crescimento das espécies forrageiras é determinado pela sua atividade fotossintética diária acumulada diante dos recursos ambientais disponíveis. Quando expostas ao sombreamento, a taxa de crescimento destas espécies é rapidamente restringida em função da limitação de energia necessária para os processos fotossintéticos.

De acordo com Soares et al. (2009), o nível de radiação que chega ao estrato inferior de um sistema integrado com árvores é determinante para o crescimento e desenvolvimento de espécies em sub-bosque. Dentro dos ambientes florestais o acesso à luz é um dos principais fatores limitantes ao crescimento de espécies (Carswell et al. 2000; Felfili et al. 2001; Montgomery & Chazdon, 2002).

A radiação fotossinteticamente ativa é interceptada em diferentes intensidades, dependendo da estrutura do dossel, e seu estudo nos permite tomar conhecimento de como a comunidade vegetal está usufruindo dos recursos abióticos, sendo eles luz, água e nutrientes (Laca & Lemaire, 2000).

Forrageiras submetidas à baixa irradiância fotossintética, em contraste com aquelas em pleno sol, possuem entrenós mais longos, caules mais finos, folhas mais delgadas e sistema radicular menos desenvolvido (Castro et al., 1998), o que nos remete que plantas com deficiência luminosa poderá ter grandes prejuízos no seu desenvolvimento em geral.

Varella (2002) constatou quedas fotossintéticas foliares rápidas para alfafa, uma forrageira leguminosa temperada perene, quando as condições de luminosidade caíram abaixo de 45% da condição de pleno sol. Dias-Filho (2002) também observou quedas rápidas na fotossíntese foliar de *Urochloa brizantha*, uma forrageira tropical perene, quando submetida ao sombreamento.

O manejo das forrageiras em ambientes sombreados deve ser definido em função das características morfofisiológicas das plantas e da quantidade e da velocidade de translocação das reservas. As forrageiras que crescem no sub-bosque de um SSP estão expostas às condições restritivas de quantidade e qualidade de radiação e, portanto, o acúmulo de CO₂ fixado pela fotossíntese nas folhas é inferior quando comparado com as plantas que crescem em pleno sol. Esta constatação foi confirmada em diversos trabalhos a exemplo de Wilson e Ludlow (1990) com forrageiras tropicais, Walgenbach e Marten (1981) e Varella (2002) com alfafa, Peri et al. (2002) com *Dactylis* e Dias-Filho (2002) com *Urochloas*.

Determinando que as plantas em um sistema integrado que possua árvores necessariamente acumulem uma quantidade inferior de reservas (carboidratos e nitrogênio) durante o período de crescimento e, por isso, o manejo deve ser mais cuidadoso e, de certa forma, conservador. A tendência é de que o vigor de rebrote de pastagens submetidas ao sombreamento sejam menores do que aqueles observados em pleno sol. Além disso, normalmente as reservas de plantas sombreadas são translocadas e priorizadas para o crescimento da parte aérea (área foliar) em detrimento do sistema radicular (WILSON; LUDLOW, 1990; PERI, 2002; VARELLA, 2002; LUCAS, 2004; BARRO, 2007), exceto quando se impõem severas restrições hídricas e/ou minerais de solo. Considerando estes fundamentos, recomenda-se que o manejo de forrageiras em SSP (condição de forragem no pré e pós pastejo) deve ser realizado, observando atentamente a preservação das reservas nutricionais das plantas, evitando o esgotamento e não comprometendo sua persistência.

O manejo de forrageiras em SIPA deve ser mais criterioso, ou seja, deve-se evitar a todo custo manter a altura de pastejo abaixo do recomendado para a forrageira em questão, para permitir maior acúmulo de reservas e favorecer a rebrotação. É importante lembrar que as árvores também influenciam na produtividade e no valor nutritivo das forrageiras, e a intensidade destes efeitos varia em função do arranjo e da espécie arbórea utilizada, do grau de sombreamento e da tolerância da espécie

forageira à sombra (Paciullo et al., 2008; Oliveira et al., 2007; Castro et al., 2010). Para tanto, salienta-se que a presença de um estrato arbóreo em pastagens pode constituir, também, uma forma de promover a manutenção de forragem verde no inverno (Gatiboni et al., 2000).

Segundo Nabinger et al. (2000), a produção de biomassa da pastagem é resultado da variação de disponibilidade de elementos do meio como a radiação e a temperatura, que variam conforme disponibilidade de fatores manejáveis, que são basicamente os nutrientes e água.

O microclima favorece a retenção de umidade e reciclagem de nutrientes, resultando na melhor qualidade da forragem (Santos et al., 2004). De fato, a sombra permite maior retenção de água no solo resultando em maior decomposição de matéria orgânica e, conseqüentemente, a ciclagem de nitrogênio (Paciullo et al., 2011), resultando no aumento na concentração de nitrogênio na forragem. Esse microclima melhorado com temperaturas amenas é promovido pelo sombreamento das árvores, reduzindo assim a radiação solar, amenizando a temperatura e aumentando a umidade relativa do ar. Essa modificação no microclima está ligada as características morfológicas das espécies arbóreas (KARVATTE JUNIOR et al., 2016; CARVALHO et al., 2011).

O componente arbóreo pode trazer vantagens aos sistemas de integração pelo incremento no conteúdo de nitrogênio da gramínea forrageira sombreada, permitindo maiores ganhos por animal. Entretanto, o crescimento da forrageira pode ser limitado não somente pela condição de sombreamento excessivo, mas também, como nos sistemas tradicionais, pela baixa umidade do solo e disponibilidade de nutrientes, principalmente o nitrogênio.

Castro et al. (2010) analisaram o período de coleta seca e chuvoso e também a altura do pasto, que variou conforme a interação da porcentagem de sombreamento versus a estação do ano. Como resultado, no inverno, as alturas do pasto submetido às três condições de sombreamento foram semelhantes, já na primavera, a altura foi menor na condição a pleno sol, quando comparada aos valores obtidos sob sombreamento, e por fim, se concluiu que no verão as alturas foram diferentes conforme a porcentagem de sombreamento, sendo o menor valor observado no referente a pleno sol e o maior sob sombreamento mais intenso. Esses resultados do aumento da altura com o sombreamento estão em consonância com os resultados obtidos em outros

estudos (Castro et al., 1999; Paciullo et al., 2008) e apresentam ser uma tendência geral em plantas cultivadas à sombra, pois é uma estratégia comum de se compensar a redução de luminosidade (Samarakoon et al., 1990; Castro et al., 1999).

O uso de SIPA apresenta efeitos benéficos, tais como a incorporação de nutrientes e o incremento da atividade microbiana do solo (Xavier et al., 2003; Neves et al., 2009), e a possibilidade de aumento do valor nutritivo da forragem (Paciullo et al., 2007; Sousa et al., 2007; Soares et al., 2009).

No que se refere à ciclagem de nutrientes, há fatores que afetam a forma que ocorre essa ciclagem, estando intimamente ligados às condições climáticas e fenológicas, bem como aos aspectos ambientais e a composição atmosférica, variando de espécie para espécie (Schumacher, 1992; Poggiani & Schumacher, 2005). Em geral, nota-se um acréscimo da deposição da serapilheira até a idade em que as árvores atingem a maturidade ou fecham as suas copas. Após esse ponto pode ocorrer ligeiro decréscimo ou estabilização (Bray & Ghoran, 1964).

As gramíneas forrageiras cultivadas mais importantes em uso no Brasil foram introduzidas da África e pertencem, em sua maioria, aos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* (EMBRAPA, 2012). Até o início da década de 1990, provavelmente, mais de 50% da área de pastagem cultivada estava plantada com *Brachiaria decumbens*. No Cerrado, as braquiárias continuam ocupando a maior área plantada, com cerca de 85% do total e as forrageiras do gênero *Panicum* ao redor de 12% (MACEDO, 2005).

A espécie *Urochloa brizantha* apresenta potencial de produção, vigor de rebrota e qualidade de forragem muito satisfatórios (Botrel et al., 1998). É uma gramínea perene nativa na África, encontrada nas regiões tropicais, propagada por sementes, com hábito de crescimento cespitoso, ou seja, formam-se touceiras (Evangelista & Rocha, 1997). Ainda se caracteriza por ser uma planta que se adapta a diferentes regiões com solo e clima diversos, sendo também pouco tolerantes a baixas temperaturas. São semeados cerca de 5,5 milhões de hectares anualmente de pastagens perenes, incluindo formação, renovação ou recuperação, e que mais recentemente prepondera o interesse pela *Urochloa brizantha* cv. *marandu*, essas correspondem mais de 50% do mercado de sementes das gramíneas forrageiras tropicais utilizadas também para a produção de silagens, com produção semelhante ao gênero *Panicum*, e valor nutritivo ligeiramente superior (Zimmer & Euclides 2000; Loures et al. 2005).

No Sul do Brasil, existem vários estudos sobre forrageiras em ambientes sombreados. Em um trabalho realizado conjuntamente pelas Embrapa Pecuária Sul, Embrapa Florestas, e Cenargen, UFRGS, UFPR, Unicentro, UTF de Pato Branco/PR, e IAPAR, foi efetuada uma análise da produção potencial de espécies forrageiras cultivadas e nativas nos Estados do RS, SC e PR. Neste estudo, foi destacada a produção potencial de forrageiras de verão como, *Urochloa brizantha* cv. *Marandu*, *Panicum maximum* cvs. *Aruana*, *Tanzânia* e *Mombaça* e *Axonopus catharinensis* crescendo sob *Pinus* sp. nos espaçamentos simples de 15 x 3m (35% de sombra) e 9 x 3m (65% sombra). No litoral do RS (Barro, 2007), destacaram-se as espécies de inverno aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) e aveia branca (*Avena sativa* L.), enquanto em SC (SARTOR et al., 2006), o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) apresentou maior produção potencial sob sombra fraca de pinus no espaçamento 15 x 3 m.

6. COMPONENTE ANIMAL

Dois terços do território brasileiro se encontram na faixa tropical do planeta, o que implica num alto índice de exposição à radiação solar e uma temperatura média acima 20°C, com máximas que alcançam 35 e 38°C (TITTO, 1998). Grande parte das áreas de pastagem do nosso país estão sujeitas a condições climáticas que causam estresse térmico calórico em níveis mediano e severo, no período de outubro a março, com destaque para o Brasil Central (PORFIRIO DA SILVA, 2003).

Somando essas condições com períodos de alta umidade, animais de produção podem sofrer alterações dos parâmetros comportamentais e fisiológicos, acarretando perdas significativas nos sistemas pecuários (CRUZ et al., 2011).

Considerando este panorama, como o conforto térmico é um importante conceito de bem-estar animal, e este por sua vez pode influenciar no desempenho e desenvolvimento dos animais, em países tropicais o clima torna-se o fator mais importante a ser driblado, para que assim se evite que sofrimento animal com o excesso de ganho de calor advindo do ambiente (PIRES et al., 2010).

O aumento da temperatura corporal do animal inibe o seu apetite (BACCARI JÚNIOR., 1998), reduz a ingestão de alimentos, e ainda aumenta o gasto de energia para manter a homeotermia (MADER et al., 1999). Afeta também a imunidade, tornando os animais suscetíveis a agentes patogênicos e causa alterações na reprodução, levando a uma

queda da fertilidade do rebanho. A melhor maneira de amenizar o estresse é fornecendo sombra para os animais (RICCI et al., 2013).

Segundo Leme et al. (2005), a produção de animais em ambientes de conforto térmico e bem-estar, pode refletir de maneira direta na melhoria do desempenho produtivo e reprodutivo.

Dessa forma o uso de sistemas integrados de produção com a inclusão de árvores pode contribuir para mimetizar os impactos do estresse térmico na produção. Sistemas integrados com a presença de árvores contribuem para o bem-estar animal e para a recuperação efetiva de áreas degradadas de pastagens, além do seu potencial em reduzir a exploração de áreas nativas para uso agrícola (DUBOC et al., 2007), que são pontos críticos e difíceis de serem solucionados nos sistemas convencionais de produção extensiva.

Através de um manejo adequado, os sistemas integrados de produção promovem melhorias que podem ser diretas ou indiretas e de ordem zootécnica e ambiental. São notáveis as melhorias na qualidade das forrageiras de alguns destes sistemas, que é resultado do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo, esses fatores associados ao maior conforto térmico dos animais, apontam para a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso individual (EMBRAPA, 2012).

Nos sistemas integrados com a presença da produção pecuária existe uma maior velocidade na ciclagem dos nutrientes, já que os animais em pastejo são agentes aceleradores desse processo, boa parte dos nutrientes ingeridos vai retornar ao solo através dos excrementos, que serão liberados à solução do solo em um curto espaço de tempo, ficando assim disponíveis para mais uma vez serem absorvidos pelas raízes das plantas (POWELL & WILLIAMS, 1993). É imperativo pontuar que os animais devolvem ao solo, via fezes e urina, em torno de 70 a 95% dos nutrientes ingeridos (RUSSELLE, 1997), essa quantidade depende da qualidade da forragem ingerida e da categoria, idade e condição corporal dos animais. Quando falamos em nitrogênio, devemos destacar que grande parte desse nutriente quando excretado via urina é perdida por volatilização (SARMENTO, 2003).

Em sistemas em que há um fornecimento de sombra, os animais regulam sua frequência respiratória, sua temperatura retal e seus batimentos cardíacos dentro dos

níveis fisiológicos normais. A presença de sombra também tem influência no comportamento de pastejo, ruminação e no ócio do animal (MARTELLO et al., 2004). A temperatura é um dos fatores que mais influenciam a ingestão de matéria seca pelos ruminantes (FAVERDIN et al., 1995). Vacas lactantes ao serem expostas a níveis altos de temperatura e umidade tem uma queda no tempo de pastejo e deslocamento, aumentam o tempo de pastejo à noite e passam o dia em busca de sombra e imersão em água.

Ao avaliar novilhas aneladas em sistema integrado com a presença de árvores, Souza et al. (2010) observaram que elas permaneciam em média 47% do tempo sob sombreamento das mesmas. Na avaliação de respostas fisiológicas e de comportamento de bovinos leiteiros mestiços na região Centro-Oeste do Brasil, Ferreira (2010) observou que em diferentes ofertas de sombra os animais passaram até 57% do tempo em piquetes sombreados.

Leme et al. (2005) constataram que vacas oriundas do cruzamento da raça holandesa com uma raça zebuína, em pastejo de *Brachiaria decumbens* num sistema silvipastoril, ficaram em sombreamento 68,6% do tempo disponível, isso em uma situação em que o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), atingiu valor médio (76,3) superior ao limite de termoneutralidade.

Há quatro décadas, Silva (1973), ao avaliar bovinos da raça Canchim, concluiu que o aumento na temperatura retal pela exposição à radiação solar é inversamente proporcional ao ganho de peso. A posição do animal, em pé ou deitado, também indica se o mesmo está enfrentando maior ou menor desconforto térmico, pois está relacionado com a maneira de o animal dissipar calor para o meio, por convecção (LEME et al., 2005; SILVA, 2008).

Karki e Goodman (2010) registraram em seu estudo realizado na Flórida que bovinos pastejaram por mais tempo em um sistema integrado composto por pastagem e floresta quando comparado a uma pastagem sem sombreamento, com uma variação entre os sistemas de 36 a 52%. Em outro estudo realizado no Canadá, Palacio et al. (2015) compararam o comportamento de vacas com acesso a sombra artificial e sem sombra, e constataram que as vacas com acesso a sombra pastejaram 1,5 mais vezes em comparação as vacas sem acesso ao sombreamento.

Segundo estudo de Veit (2016) novilhas girolando tiveram aumento do pastejo e da ruminação durante o dia em SIPA com a presença de árvores, e o sombreamento proporcionou um menor valor de temperatura interna nestes animais.

O componente animal no sistema é por fim produto e ferramenta de manejo, pois dentro da visão integrada do sistema, há o desempenho de um importante papel na manutenção de uma menor competitividade do sub-bosque com o componente arbóreo, por conta do consumo da forragem. Há também a aceleração da ciclagem de nutrientes do solo, através do retorno das fezes e urina ao solo na forma de compostos mais facilmente mineralizáveis, além de proporcionarem um retorno mais rápido do capital investido quando comparado à monocultura florestal, entre outros (PORFIRIO DA SILVA, 2009; GARCIA et al., 2010).

6.1 REFLEXOS DO BEM-ESTAR ANIMAL NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Nos dias atuais existe uma pressão significativa do mercado consumidor externo, principalmente de países europeus, quanto ao cumprimento de padrões mínimos de bem-estar animal (BEA) durante a produção. O rigor destas exigências é cada vez maior e vem sendo aderida por outros países, em processo de se consolidar como barreira não-tarifária (VOLPI, 2016). Segundo Volpi (2016) o conceito de bem-estar animal é complexo e multidimensional, envolvendo fatores fisiológicos (desempenho, status sanitário), psicológicos (estados emocionais) e comportamentais (expressão do comportamento natural da espécie). Quando falamos de bovinos, para suprir aos dois últimos fatores (psicológicos e comportamentais) deve-se dispor de acesso às pastagens, porém, atendendo a este critério, os animais ficam expostos à possíveis intempéries climáticas e ao estresse térmico (PIRES; PACIULLO, 2015). O clima, em um ambiente tropical, é um dos grandes desafios à pecuária extensiva, e apesar de ser um dos principais fatores a serem considerados na produção animal, ainda é subestimado. É necessário oferecer um ambiente de conforto térmico para evitar que os animais sofram por estresse, o que influenciará negativamente no seu desempenho (PIRES; PACIULLO; PIRES, 2010). Quando submetidos a condições repetidas e contínuas de estresse calórico, os animais podem ter suas funções celulares comprometidas, refletindo no seu crescimento, na produção de leite, na sobrevivência embrionária e na qualidade espermática (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994).

Em bovinos leiteiros podemos observar mais rapidamente os efeitos do estresse térmico, pois os mesmos reduzem imediatamente a produção de leite, porém, bovinos de corte também são afetados, com a diferença de que estes efeitos serão quantificados tardiamente, muitas vezes somente no momento do abate e por vezes ainda nunca levados em conta (VOLPI, 2016).

Inclusive bovinos tolerantes a um clima mais quente, como é o caso dos zebuínos, quando mantidos sob altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar (35°C e 50%, respectivamente), produzem carne com pH mais alto no post mortem (KADIM et al., 2004). Este fato influencia na maciez da carne e nos oferece um produto com baixa aceitação pelo mercado consumidor, pois possui uma coloração mais escura e uma menor vida de prateleira, características de uma carne DFD (dark, firm, dry).

O estresse térmico é um grande vilão na produção pecuária e no bem-estar animal de bovinos, a produtividade e qualidade de leite e carne é prejudicada por situações em que os animais são submetidos à frequente desconforto térmico, os sistemas integrados de produção agropecuária com arranjo arbóreo se mostram como uma alternativa eficaz para alterar este tipo de cenário produtivo em um país tropical.

7. PRODUTIVIDADE

Tradicionalmente em sistemas de integrados de lavoura, pecuária e floresta, os produtos obtidos com maior relevância são a carne bovina e ovina, leite, soja, milho, sorgo e madeira, que são commodities que já possuem um mercado bem estabelecido. Além destes produtos, os SIPA geram diversos serviços ambientais que para a maioria dos produtores ainda não são devidamente remunerados, apesar de sua contribuição no aumento dos ganhos do sistema.

Estes produtos usuais dos sistemas integrados possuem uma demanda usual e constante, e as tecnologias para implantação e estabelecimento dos mesmos já estão consolidadas. Também existe uma tendência no aumento da demanda e comercialização de produtos que possuam um processo produtivo ambiental e socialmente correto, o que torna o momento atual ideal para expandir os sistemas integrados de produção.

Os sistemas de integração combinam culturas de maneira racional e eficaz, o que ocasiona uma melhor distribuição das produções ao longo do período do

empreendimento, o que ameniza impactos gerados pelas condições climáticas e de mercado.

Um ciclo produtivo de sistemas integrados compostos por lavoura, pecuária e floresta tem um tempo de duração mínimo de cerca de sete anos, mas pode chegar a mais de 20, dependendo do componente arbóreo. Segundo a EMBRAPA (2012), nesses sistemas, os índices produtivos em geral apresentam números similares e até maiores quando comparados a sistemas de pecuária tradicional.

No mais, o componente agrícola ajuda na redução drástica nos custos de implantação do componente arbóreo, o que o torna muito atrativo a longo prazo. Sendo um sistema composto por vários elementos, a adoção de uma integração significa a necessidade de um bom gerenciamento, que proporcione o manejo dos diversos componentes que interagem, promovendo resultados em reciprocidade entre eles e reduzindo os riscos para o produtor.

Outro benefício dos sistemas integrados com árvores é que eles, muito mais que os demais sistemas produtivos, proporcionam o desenvolvimento de vantagens competitivas sustentáveis que agregam valor ao produto, com foco na valorização dos serviços ambientais. Por outro lado, esses sistemas podem ser complexos e demandam uma maior capacitação em assistência técnica e gerencial, tratando sempre de projetar o planejamento da propriedade a longo prazo, diferente de outros sistemas que planejam apenas o ano agrícola.

Ainda segundo a EMBRAPA (2012) existe uma tendência de remuneração aos produtores pelo sequestro de carbono, e até mesmo por evitar emissões dos animais utilizando sistemas produtivos que sejam comprovadamente mais sustentáveis e eficientes. A médio e longo prazo, também poderá bonificar-se em maior escala, por meio de certificações, sistemas produtivos e propriedades que tragam um maior bem-estar animal para o ambiente produtivo.

Para que as regiões e o país se desenvolvam, é imperativo ofertar aos agropecuaristas alternativas que se adequem a sua realidade e que agreguem uma maior sustentabilidade aos sistemas produtivos.

8. PONTOS CRÍTICOS

Conforme dito pela EMBRAPA (2012) ao implantar um sistema de integração, podemos identificar quatro diferentes cenários: um em que a agricultura será inserida

em áreas de pastagem, aquele em que a pastagem é introduzida em áreas de lavoura de grãos, e a que o componente arbóreo é incorporado às áreas de lavoura ou pastagem, e em seguida a área é utilizada para pastagem.

A utilização da lavoura/pecuária/floresta depende do arranjo sistemático adotado, mas vai de períodos de utilização da pecuária de um mês a cinco anos, podendo então retornar com a lavoura, que é utilizada geralmente por apenas cinco meses, mas também pode chegar a cinco anos. A utilização do componente arbóreo vai depender da espécie utilizada, mas pode ser utilizado para um ou mais cortes.

Em regiões em que a infraestrutura, o clima e o solo são fatores limitantes e ainda a tradição agrícola seja inexistente, deve-se ficar atento ao zoneamento agrícola e optar por culturas mais rústicas, como é o caso do sorgo. Nestes casos a pecuária permanece no sistema por períodos mais extensos. Nesse sistema a lavoura de grãos tem como fundamento a recuperação de pastagens em algum nível de degradação, pois a pastagem a ser implementada posteriormente vai usufruir da fertilidade do solo promovida pela lavoura, o que acarreta uma forrageira mais produtiva e com maior qualidade, o que vem a ser muito importante principalmente nos períodos mais críticos do ano.

A EMBRAPA cita como principais desafios dos sistemas de integração a resistência de grande parte dos produtores em adotar novas tecnologias e produtos que fujam da tradição da sua propriedade, a exigência de um maior conhecimento e qualificação por parte dos produtores, gestores e colaboradores, necessidade de um maior investimento inicial na atividade, retorno financeiro do componente florestal em médio e longo prazo, volume de capital insuficiente ou limitações de acesso a crédito, pouca disponibilidade de técnicos capacitados de nível superior, pouco destaque para os sistemas de integração nas grades curriculares dos cursos superiores da área das agrárias e políticas de incentivo governamental ainda em desenvolvimento.

Já existem algumas certificações de garantia qualidade feitas por instituições públicas e privadas as quais os produtores podem se adequar, mas além disso, há uma tendência de que as propriedades rurais que estejam produzindo dentro de sistemas integrados que promovam melhorias no ambiente produtivo, sejam pioneiras em aderir a programas que garantam que toda a cadeia produtiva dos mais diversos produtos gerados dentro daquela propriedade sejam oriundos de uma série de medidas que promovam a sustentabilidade e bem-estar animal, podemos citar o Programa de Boas

Práticas Agropecuárias - Bovinos de Corte (BPA) da Embrapa e o programa de Produção Integrada de Sistemas Agropecuários (PISA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento.

9.CONCLUSÃO

Atualmente se tratando de produção agropecuária, dois conceitos em alta podem ser atendidos através da utilização de SIPA que englobem lavoura de grãos, pecuária e floresta: agronegócio responsável e sustentabilidade, pois esse sistema produtivo nos permite agregar características de eficiência produtiva e econômica além de boas práticas de produção e serviços ambientais.

A partir do momento em que o componente arbóreo é incorporado ao sistema de produção, há a agregação de benefícios no que diz respeito principalmente na melhora dos parâmetros de bem-estar animal, o que se reflete num maior desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Destaca-se também a vantagem desse sistema em gerar uma diversificação na renda dos produtores, trazendo uma maior segurança em casos de quebra de safra ou desvalorização do preço da carne. Além da projeção cada vez maior de haver num futuro próximo a expansão do pagamento por serviços ambientais aos produtores.

Levando em consideração fatores como: localização e vocação da propriedade e da região, capacidade de investimento, mercado consumidor dos produtos, nível de tecnificação do produtor e empregados e disponibilidade de maquinários e mão-de-obra, a escolha correta da composição dos elementos que compõem o SIPA (vegetal, animal e florestal) vai garantir o sucesso e a permanência do produtor na atividade.

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária se mostram cada vez mais com uma alternativa eficiente para resolver os problemas relacionados a produção de alimentos no Brasil, recuperando pastagens degradadas, incorporando nutrientes ao solo, sequestrando carbono, proporcionando melhores parâmetros de bem-estar animal, diversificando a fonte de renda do produtor e assim proporcionando ao mesmo uma maior segurança financeira, a adoção desse sistema prova que existe como intensificar a produção de alimentos em nosso país sem a necessidade de expansão da área agrícola, o que além de todos os benefícios já citados, garante a preservação dos biomas brasileiros e a conservação da nossa fauna e flora.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. **Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais.** In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, Campo Grande. Anais... Campo Grande: UFMS, 2010. p.1-10. 1 CD-ROM. 2010.

ANDRADE, C. M. S. de., VALENTIM, J. F., CARNEIRO, J. C. da; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.

ANDRADE, C.; CARNEIRO, J.; VALENTIM, J.; SALES, M. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

ATTIWILL, P. M. Nutrient cycling in a Eucalyptus obliqua (L'hérit.) forest [in Victoria]. IV. Nutrient uptake and nutrient return. Australian journal of botany, v. 28, n. 2, p. 199-222, 1980.

BACCARI Jr, F. Adaptação de sistemas de manejo na produção de leite em clima quente. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite. Anais... Piracicaba, SP, Brasil: FAPESP, 1998.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011. p. 23-37.

BARRO, R. S. **Rendimento de forragem e valor nutritivo de forrageiras de estação fria submetidas a sombreamento por pinus elliottii e ao sol pleno.** 2007. 130 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BLACKSHAW, J.; BLACKSHAW, A. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, v. 34, n. 2, p. 285, 1994.

BOTREL, M. de A.; NOVAES, L. P.; ALVIM, M. J. Características forrageiras de algumas gramíneas tropicais. EMBRAPA-CNPGL (Documentos, 66), 1998.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel, Panorama do Setor: março de 2014. 29 p. Disponível em: <<http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/booklet.pdf>>, Acesso em: 14 abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Relatório anual de exportações brasileiras de carne bovina. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Brasília, 2015. p. 1-19.

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in forest of the world. Advances in Ecological Research, v. 2, p. 101-157, 1964.

CARPINELLI, S.; PONTES, L. da S.; FONSECA, A.F. da; WEIRICH NETO, P.H. Effect of trees and cattle dung input on soybean yield and nutrition in Integrated Crop-Livestock Systems. **Agroforestry Systems**, v.95, p.707-716, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00622-w>.

CÂMARA, G.M.S. Soja: Tecnologia da produção II. Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. 450p.

CARSWELL, F.E.; MEIER, P.; WANDELLI, E.V.; BONATES, L.C.M.; KRUIJT, B.; BARBOSA, E.M.; NOBRE, A.D.; GRACE, J. & JARVIS, P.G. 2000. Photosynthetic capacity in central Amazonian rain forest. *Tree Physiology*. 20: 179-186.

CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.) **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, p.189-204. 2001.

CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M; GAMARRA, E. L.; ECHEVERRIA, D. M. S.; SANTOS, V. A. C.; QUINTINO, A. C. **Características microclimáticas no inverno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 7, 2011. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 40-41. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 186).

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Revista brasileira de zootecnia*, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; JÚNIOR, É. R. N. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. *Pesquisa Florestal Brasileira*, n. 60, p. 19, 2010.

CASTRO, E. D.; GAVILANES, M.; ALVARENGA, A. D.; CASTRO, D. D.; GAVILANES, T. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. *Daphne*, v. 8, n. 3, p. 31-35, 1998.

CEPEA: PIB do agronegócio brasileiro. Disponível em: < <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Considerando%2Dse%20os%20desempenhos%20da,pecu%C3%A1rio%20avan%C3%A7ou%202%2C11%25> >. Acesso em 08 de abril, 2023.

CNA: Guia de financiamento para agricultura de baixo carbono / Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. Disponível em: < <https://abccapacitacao.files.wordpress.com/2013/10/guia-programa-abc-guia-de-financiamento-3ed-v2.pdf> >. Acesso em 07 de abril, 2023.

CORSI, M.; GOULART, R. **O sistema de produção de carne e as exigências da sociedade moderna**. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23, 2006, Piracicaba. As pastagens e o meio ambiente: anais. Piracicaba: FEALQ, p.7-35. 2006.

CRUZ, L. V. da; ANGRIMANI, D. de S. R.; RUI, B. R.; SILVA, M. A. da. Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: Revisão de literatura. Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Ano IX – Número 16, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Urochloa brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 65-68, 2002.

DUBOC, E.; COSTA, C. J.; VELOSO, R. F.; OLIVEIRA, L. DOS S.; PALUDO, A. Panorama atual da produção de carvão vegetal no Brasil e no Cerrado. Planaltina. DF: Embrapa Cerrados, 2007. 37p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 197).

EMBRAPA. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**: a produção sustentável / Davi José Bungenstab, editor técnico.– 2. ed. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. xvii, 239 p.: color.; ISBN 978-85-7035-110-4. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/938814/sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-a-producao-sustentave>>

EUCLIDES, V. P. B.; VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; ALMEIDA, R. G.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, M. A. **Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p.151-168, (Suplemento especial) 2010.

EVANGELISTA, A. R.; ROCHA, G. P. Forragicultura. Lavras: Gráfica Universitária, 1997.

FAVERDIN, P.; BAUMONT, R.; INGVARTSEN, K. L. Control and prediction of feed intake in ruminants. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4., 1995, Paris, FR. Proceedings... Paris, FR: Inra, 1995. p. 95-120.

FELFILI, J.M.; FRANCO, A.C.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C. Desenvolvimento inicial de espécies de Mata de Galeria. Pp. 779–811. In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L. & Sousa-Silva, J.C (eds). **Cerrado**: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Planaltina, Embrapa Cerrados. 2001

FERREIRA, M.D.; MELO, R.R. de; TONINI, H.; PIMENTA, A.S.; GATTO, D.A.; BELTRAME, R.; STANGERLIN, D.M. Physical-mechanical properties of wood from a eucalyptus clone planted in an integrated crop-livestock-forest system. **International Wood Products Journal**, v.11, p.12-19, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/20426445.2019.1706137>.

FERREIRA, L. C. B. Respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FETCHER, N.; OBERBAUER, S. F.; CHAZDON, R. L. Physiological ecology of forest plants. In: McDADE. L. A.; BAWA. K. J.; HESPENHEIDE. H. A.; HARTSHORN. G. (eds.) *La Selva: ecology and natural history of a Neotropical rain forest*. Chicago: The University of Chicago Press.1994. p.128141.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; GOBBI, K. F. Sistemas silvipastoris: uma integração pasto, árvore e animal. In: OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. (Ed.) Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. p.123-165.

GARRETT, R.D.; NILES, M.T.; GIL, J.D.B.; GAUDIN, A.; CHAPLIN-KRAMER, R.; ASSMANN, A.; ASSMANN, T.S.; BREWER, K.; FACCIO CARVALHO, P.C. de; CORTNER, O.; DYNES, R.; GARBACH, K.; KEBREAB, E.; MUELLER, N.; PETERSON, C.; REIS, J.C.; SNOW, V.; VALENTIM, J. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: current knowledge and remaining uncertainty. **Agricultural Systems**, v.155, p.136-146, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.05.003>.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; PELLEGRINI, J. B. R.; BRUNETTO, G.; SAGGIN, A.; FLORES, J. P. C. Influência da adubação fosfatada e da introdução de espécies forrageiras de inverno na oferta de forragem de pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, n. 8, p. 1663-1668, 2000.

GENDRON, F.; MESSIER, C.; COMEAU, P.G. Temporal variations in the understory photosynthetic photon flux density of deciduous stand: the effects of canopy development solar elevation, and sky conditions. *Agricultural and Forest Meteorology*. 106: 23-40, 2001.

HULSHOF, C.M.; SWENSON, N.G.; WEISER, M.D. Tree height-diameter allometry across the United States. **Ecology and Evolution**, v.5, p.1193-1204, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.1328>.

KADIM, I.T.; MAHGOUB, O.; AL-AJMI, D.S.; AL-MAQBALY, R.S.; AL-MUGHEIRY, S.M.; BARTOLOME, D.Y. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Science*, v. 66, n. 4, p. 831-836, 2004.

KALLENBACH, R.L.; KERLEY, R.L.; BISHOP-HURLEY, G.J. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine-Walnut silvopasture. *Agroforestry Systems*, v.66, p.43-53, 2006.

KARKI, U. e GOODMAN, M. S. Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. *Agroforest Syst*, v. 78, p. 159-168, 2010.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B. **Sistemas de integração de pecuária e lavoura como formas de otimização do processo produtivo**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 74). 5p. 2002.

KRUCHELSKI, S.; TRAUTENMÜLLER, J.W.; ORSO, G.A.; RONCATTO, E.; TRICHES, G.P.; BEHLING, A.; MORAES, A. de. Modeling of the height-diameter relationship in eucalyptus in integrated crop-livestock systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.57, e02785, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02785>.

KLUTHCOUSKI J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: ____ Integração lavoura e pecuária. 1.ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.407-441.

KLUTHCOUSKI, J.; PACHECO, A. R.; TEIXEIRA, S. M.; OLIVEIRA, E. T. **Renovação de pastagens de Cerrado com Arroz. 1- Sistema Barreirão.** Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 20p. Documentos, 33. 1991.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.) **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 570p., 2003.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Eds.) Field and laboratory methods for grassland and animal production research. Wallingford: CABI Publication, 2000. p.103-121.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvopastoril. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LOURES, D. R. S.; NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. D. F.; PEDROSO, A. D. F.; MARI, L. J., RIBEIRO, J. L.; CAMPOS, F. P. D. Efeito de enzimas fibrolíticas e do teor de matéria seca em silagens de capim tanzânia sobre os parâmetros ruminais, o comportamento ingestivo e a digestão de nutrientes, em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 3, p. 736-745, 2005.

LUCAS, N. M. Desempenho animal em sistema silvipastoril com acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar. 2004. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LÜTTGE, U.. *Physiological ecology of tropical plants.* SpringerVerlag: Berlin. 1997. 384p.

MACEDO M. C. M.; ZIMMER, A. H. **Implantação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em plantio simultâneo com milho em sucessão à soja em Mato Grosso do Sul;** In: Reunião Anual da SBZ, 27. Campinas, p. 290,1990.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18., 2001, Piracicaba. Planejamento de sistemas de produção em pastagens: anais. Piracicaba: FEALQ, p.257-283, 2001.

MACEDO, M. C. M. **Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa de agricultura conservacionista para os diferentes biomas brasileiros.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18, Teresina. Novos Caminhos para Agricultura Conservacionista no Brasil: anais. Teresina: Embrapa Meio-Norte; UFPI, 2010. 34p. 1 CD-ROM. 2010.

MACEDO, M. C. M. **Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável.** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42. Goiânia. A produção animal e o foco no agronegócio. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84, 2005.

MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração lavoura-pecuária-floresta. 2. Identificação e implantação de forrageiras na integração lavoura-pecuária.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 57 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 111).

MADER, T. L.; DAHLQUIST, J. M.; HAHN, G. L.; GAUGHAN, J. B. Shade and wind barrier effects on summertime feedlot cattle performance. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 77, p. 2065-2072, 1999.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 33, n. 1, p. 181-191, 2004.

MONTGOMERY, R.A.; CHAZDON, R.L. 2002. Light gradient partitioning by tropical tree seedlings in the absence of canopy gaps. *Oecologia* 131: 165-174.

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. de O. **Guia prático de arborização de pastagens.** Colombo: Embrapa Florestas, 15p. (Embrapa Florestas. Documentos, 49). 2000.

NABINGER, C.; MORAES, A. de; MARASCHIN, G. E. Campos in Southern Brazil. *Grassland ecophysiology and grazing ecology*, p. 355-376, 2000.

NEVES, F. P.; CARVALHO, P. D. F.; NABINGER, C.; JACQUES, A. V. A., CARASSAI, I. J., & TENTARDINI, F. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 8, p. 1532-1542, 2009.

NICOTRA, A. B.; CHAZDON, R. L.; IRIARTE, S. VB. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. *Ecology*, v. 80, n. 6, p. 1908-1926, 1999.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; HIGASHIKAWA, E.M. Desempenho silvicultural e produtivo de eucalipto sob diferentes arranjos espaciais em sistema agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p.1- 9, 2009. Edição Especial. DOI: <https://doi.org/10.4336/2009.pfb.60.01>.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.31, p.748-757, 2007.

PACIULLO, D. S .C; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M.D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. **Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a**

distância das árvores. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.10, p.1176-1183, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F.C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. **Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 4, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M., CASTRO, C.R; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, p.917-923, 2008.

PALACIO, S.; BERGERON, R.; LACHANCE, S.; VASSEUR, E. the effects of providing portable shade at pasture on dairy cow behavior and physiology. Journal of Dairy Science, v. 98, n. 9, p. 6085-6093, 2015.

PAULA, R.R.; REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; OLIVEIRA NETO, S.N.; LEITE, H.G.; MELIDO, R.C.N.; LOPES, H.N.S.; SOUZA, F.C. Eucalypt growth in monoculture and silvopastoral systems with varied tree initial densities and spatial arrangements. **Agroforestry Systems**, v.87, p.1295-1307, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-013-9638-5>.

PERI, P. L. **Leaf and canopy photosynthesis models for cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) grown in a silvopastoral system.** 2002. 291 f. Thesis (PhD) – Lincoln University, Lincoln, Canterbury, New Zealand.

PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C. Bem-estar animal em sistemas integrados. In: LAURA, V.A.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G. (Eds.). Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável. Brasília: Embrapa, 2015. p. 117-133.

PIRES, M.F.A.; PACIULLO, D.S.C.; PIRES, J.A.A. Conforto animal no sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta. Informe Agropecuário, v. 31, n. 257, p. 81-89, 2010.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER M. V. Ciclagem de nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.) Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF/ESALQ - USP. 2005. p. 287-308.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. Para que adotá-los? In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo grande, MS: Embrapa-Gado de Corte, 2003, v. CD-Rom, p.1-13.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo. Colombo: 48p., Embrapa Florestas, 2009.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. O componente arbóreo em sistemas integrados de produção agropecuária. In: SOUZA, E.D. de; SILVA, F.D. da; ASSMANN, T.S.;

CARNEIRO, M.A.C.; CARVALHO, P.C. de C.; PAULINO, H.B. **Sistemas integrados de produção agropecuária no Brasil**. Tubarão: Copiart, 2018. 692p.

POWELL, J.M.; WILLIAMS, T.O. Livestock, nutrient cycling and sustainable agriculture in the West African Sahel. London: International Institute for Environment and Development, p.7, 1993.

REIS, M.G.F.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. de. (eds). *Relação solo-eucalipto*. Viçosa : Folha de Viçosa, 1990. p.265-301.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite – Revisão. *Veterinária e Zootecnia* v. 20, 2013.

RODRIGUES, D. M.; DA SILVA, M. M.; DE ALMEIDA, L. S.; DE SOUZA, T. R.; YARED, J. A. G.; DE SANTANA, A. C. Agrobiodiversidade e os serviços ambientais: perspectivas para o manejo ecológico dos agroecossistemas no Estado do Pará. *Revista Agroecossistemas*, v. 4, n. 1, p. 12-32, 2013.

RUSSELLE, M.P. Nutrient cycling in pasture. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: UFV, p.235-266, 1997.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. *J. Scientia Agricola*, 114(2):143-150, 1990.

SANTOS, P. E. T.; GARCIA, J. N.; GERALDI, I. O. **Posição da tora na árvore e sua relação com a qualidade da madeira serrada de *Eucalyptus grandis***. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.66, p.142- 151, 2004.

SARMENTO, D.O.L. Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 76f. 2003.

SARTOR, L. R.; SOARES, A. B.; ADAMI, P. F.; MEZZALIRA, J. C.; FONSECA, L.; MIGLIORINI, F. Produção de forrageiras hibernais em sistema silvipastoril. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 11., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UTFPR, [2006]. 1 CD ROM.

SEKARAN, U.; LAI, L.; USSIRI, D.A.N.; KUMAR, S.; CLAY, S. Role of integrated crop-livestock systems in improving agriculture production and addressing food security – a review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v.5, art.100190, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100190>.

SCHUMACHER, M. V. Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell. 1992. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade de São Paulo, 1992.

SILVA, R. G. Biofísica Ambiental: Os animais e seu ambiente. São Paulo: Nobel. 286p., 2008.

SILVA, L.L.G.G. da; RESENDE, A.S. de; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; AZEVEDO, B.C.; VIEIRA, M. de S.; COLOMBARI, A.A.; TORRES, A.Q.A.; MATTA, P.M. da; PERIN, T.B.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. **Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. 25p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 34). Available at: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/35754/1/bot034.pdf>>. Accessed on: Nov. 29 2021.

SILVA, R. G. Improving tropical beef cattle by simultaneous selection for weight and heat tolerance: heritabilities and correlations of the traits. *Journal of Animal Science*, v.37, n.3, p.637-642, 1973.

SOARES, A. B.; SARTORI, L. R.; ADAMI, P. R.; VARELLA, A .C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C. **Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. **Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.

SOUZA, W. de; BARBOSA, O. R.; MARQUES, J. de A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L. M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. (Vol. 10) Universitat Jaume I, 2007.

TITTO, E. A. L. Clima: Influência na produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE LEITE, Piracicaba, 1998. Anais... Piracicaba: FEALQ. 1998. p. 10-23.

TJØRVE, K.M.C.; TJØRVE, E. The use of Gompertz models in growth analyses, and new Gompertz-model approach: an addition to the Unified-Richards family. **PLoS ONE**, v.12, e0178691, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178691>.

VARELLA, A. C. **Modelling lucerne (*Medicago sativa* L.) crop response to light regimes in an agroforestry system**. 2002. 269 p. Thesis (Ph. D) - Lincoln University, Lincoln, New Zealand.

VEIT, H.M. Comportamento em pastejo e conforto térmico de novilhas girolando em sistema de integração Lavoura - Pecuária (iLPI) e Floresta (iLPF). 2016. 60f.

VOLPI, D. Comportamento ingestivo e conforto térmico de bovinos em sistemas em integração: avaliação visual e bioacústica. 2016.

WALGENBACH, R. P.; MARTEN, G. C. Release of soluble protein and nitrogen in alfalfa. III. Influence of shading. **Crop Science**, Madison, v. 21, n. 6, p. 859-862, 1981.

WELLS, R. Dynamics of soybean growth in variable planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v. 1, n. 81, p. 44-48, 1993.

WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception. *Crop Science*, Madison, v. 31, n. 3, p. 755-756, 1991.

WILSON, J. R.; LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 1990. p. 10-24. (ACIAR Proceedings, 32).

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; BUNGENSTAB, D. J.; KICHEL, A. N. Integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: Histórico e perspectivas para o desenvolvimento sustentável. In: Proceedings of the 7th Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Produção Pecuária Sustentável. Universidade Federal do Pará, Belém, PA, Brazil. 2012. p. 666-670.

ZIMMER, A. H.; ALMEIDA, R. G.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N. **Uso da ILP na melhoria da produção animal**. In: SIMPAPASTO – SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/Sthampa, p. 39-79. 2011.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES, V. P. B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: **SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDENCIA** (EVANGELISTA, A R., BERNARDES, TF, SALES, ECJ de (Edit.). Lavras, 1 a 3 de jun. de 2000. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. 369 p. p 01-51. 2000.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; EUCLIDES, V. B. P. **Sistemas Integrados de Producción Agropastoril**. In: *Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales de América Latina*, Ed. GUIMARÃES, E.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMEZQUITA, M. C.; AMEZQUITA, E. Publicación CIAT n.º 313, p. 245-283, 1999.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; EUCLIDES, V. P. B.; GUIMARÃES, E. P.; SANZ, J. I.; RAO, I. M.; AMEZQUITA, M. C.; AMEZQUITA, E.; THOMAS, R. J. **Integrated agropastoral production systems**. (Ed.). **Agropastoral systems for the tropical savannas of Latin America**. Cali: CIAT; (CIAT Publication, No. 338). Brasília, DF: Embrapa, p.253-290. 2004.