



Adotabilidade de sistemas de integração lavoura-
pecuária-floresta nas microrregiões de Pindaré,
Itapecuru Mirim e Chapadinha no Maranhão, MA



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Leite
Ministério da Agricultura e Pecuária**

Rede ILPF

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
49**

**Adotabilidade de sistemas de
integração lavoura-pecuária-floresta nas
microrregiões de Pindaré, Itapecuru Mirim
e Chapadinha no Maranhão, MA**

*Marcelo Dias Müller
Felipe Martini Santos
Karina Glóris Gomes Gularte
Jacqueline Jesus Nogueira Silva
Inácio de Barros
Joaquim Bezerra Costa
Marina Aparecida Lima
Emerson da Silva Nunes*

**Embrapa Gado de Leite
Juiz de Fora, MG
2023**

Exemplar desta publicação disponível no link:

<https://www.bdpa.cnpqia.embrapa.br>

Embrapa Gado de Leite
Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Bairro Dom Bosco
36038-330 - Juiz de Fora, MG
Fone: (32) 3311-7405
www.embrapa.br
cnpqgl.atende@embrapa.br

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Jorge Fernando Pereira

Secretário-Executivo
Carlos Renato Tavares de Castro

Membros
Cláudio Antônio Versiani Paiva, Deise Ferreira Xavier, Edna Froeder Arcuri, Fausto de Souza Sobrinho, Fernando César Ferraz Lopes, Francisco José da Silva Ledo, Frank Ângelo Tomita Bruneli, Jackson Silva e Oliveira, Juarez Campolina Machado, Leovegildo Lopes de Matos, Leticia Sayuri Suzuki, Márcia Cristina Azevedo Prata, Marta Fonseca Martins, Pérsio Sandir D'Oliveira, Rui da Silva Verneque, Virgínia de Souza Columbiano e William Fernandes Bernardo

Supervisão editorial
Carlos Renato Tavares de Castro, Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto
Carlos Renato Tavares de Castro

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações e editoração
Luiz Ricardo da Costa

Foto da capa
Marcelo Dias Muller

1ª edição
Publicação digital (2023) - PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Gado de Leite

Adotabilidade de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta nas microrregiões de Pindaré, Itapecuru Mirim e Chapadinha no Maranhão, MA / Marcelo Dias Muller ...[et al.]. – Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2023.
PDF (27 p.) : il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Gado de Leite, ISSN 0104-9046 ; 49).

1. Sistema de cultivo. 2. ILPF 3. Desenvolvimento sustentável 4. Transferência de tecnologia. I. Müller, Marcelo Dias. II. Santos, Felipe Martini. III. Gularte, Karina Glóris Gomes. IV. Silva, Jacqueline Jesus Nogueira. V. Barros, Inácio de. VI. Costa, Joaquim Bezerra. VII. Lima, Marina Aparecida. VIII. Nunes, Emerson da Silva. IX. Série.

Sumário

Resumo..... 4

Abstract..... 6

Introdução..... 7

Material e Métodos..... 9

Resultados e Discussão..... 11

Conclusões..... 22

Referências..... 23

Adotabilidade de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta nas microrregiões de Pindaré, Itapecuru Mirim e Chapadinha no Maranhão, MA

Marcelo Dias Müller¹; Felipe Martini Santos²; Karina Glóris Gomes Gularte³; Jacqueline Jesus Nogueira Silva⁴; Inácio de Barros⁵; Joaquim Bezerra Costa⁶; Marina Aparecida Lima⁷; Emerson da Silva Nunes⁸.

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de adoção (adotabilidade) de diferentes modalidades de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) entre pecuaristas do estado do Maranhão (MA). O estudo foi realizado em três municípios contemplando cenários bastante distintos: (i) em uma região com predominância da pecuária extensiva, formando um mosaico com grandes extensões de florestas de babaçu (microrregião de Pindaré); (ii) outra em uma região com predominância de pecuária de base familiar e a produção cerâmica com demanda de biomassa para energia (microrregião de Itapecuru-Mirim) e (iii) em uma região com predominância da produção de grãos (microrregião de Chapadinha), onde a alternativa mais viável de inovação é a introdução da pecuária em áreas de produção de grãos (Integração Lavoura-Pecuária - ILP). Foram realizadas oficinas em cada município polo onde foi aplicada a metodologia preconizada para o uso do software ADOPT. Os públicos-alvo e as tecnologias a serem avaliadas foram definidos previamente em oficinas de concertação com representantes das instituições participantes. Cada uma das oficinas contou

¹ Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

² Engenheiro florestal, doutor em Ciência Florestal, Gerente Técnico da Rede ILPF, Campo Grande, MS.

³ Engenheira-agrônoma, Coordenadora da Caravana ILPF, Rede ILPF, Uberlândia, MG.

⁴ Engenheira florestal, doutora em Geociências, especialista técnica da Rede ILPF, Sinop, MT

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

⁶ Zootecnista, doutor em Produção Animal, pesquisador da Embrapa Cocais, São Luís, MA.

⁷ Zootecnista, doutora em Zootecnia, técnica de sementes da SOESP, Presidente Prudente, SP.

⁸ Engenheiro-agrônomo, mestre em Gestão de Cooperativas, gerente técnico de ILPF da COCAMAR, Maringá, PR.

com a participação de aproximadamente 16 pessoas divididas em dois grupos, sendo que um tratou de questões relativas ao perfil do público-alvo (produtores) e o outro das questões relativas à inovação tecnológica. Foram observadas taxas de adoção de sistemas de ILPF de 54% (Santa Inês), 81% (Itapecuru-Mirim) e 24% (Chapadinha). As análises ex-ante apontam que o nível de investimento inicial, bem como a rentabilidade futura são os aspectos que mais impactam a taxa de adoção em todos os cenários. Além disso, a disponibilidade de assistência técnica e necessidade dos produtores em adquirir um volume substancial de novos conhecimentos afetam de forma significativa a velocidade da adoção pelos públicos-alvo.

Termos para indexação: adoção de tecnologia, difusão de tecnologia, inovação, sistemas integrados, Plano ABC+.

Adoptability of Integrated crop- livestock-forestry systems in the Pindaré, Itapecuru Mirim e Chapadinha microregions of Maranhão, MA, Brazil

Abstract – Abstract: The objective of this work was to evaluate the adoptability of different modalities of Integrated Crop-Livestock-Forestry Systems (ILPF) among livestock farmers in Maranhão (MA). The study was carried out in three municipalities inserted in regions where very different scenarios were considered: one region with predominantly extensive livestock production, forming a mosaic with large expanses of babassu forests (Pindaré microregion); another region with predominantly family-based livestock and ceramic production with a need for biomass for energy production (Itapecuru-Mirim Region); and a third region with predominantly cereal crops (Chapadinha Region), where the greatest potential for innovation lies in the Crop-Livestock Integration (ILP) through the adoption of livestock in cereal crops. Adoptability workshops were conducted in each community using the ADOPT methodology. The target groups and the technologies to be evaluated were previously identified with the help of representatives of the institutions participating in the workshops. Each of these workshops was attended by about 16 people, who were divided into two groups, one dealing with questions related to the profile of the target group (producers) and the other with questions related to technological innovation. Adoption rates of 54% (Santa Inês), 81% (Itapecuru-Mirim) and 24% (Chapadinha) were observed. Initial investment and future profitability were common factors affecting adoption in all scenarios. The availability of technical support and the need for producers to learn also affected adoption rates.

Index terms: Technology Adoptability, technology diffusion, innovation, integrated systems, ABC+ Plan.

Introdução

O estado do Maranhão (MA) está localizado no nordeste brasileiro e faz parte da região conhecida como MATOPIBA, formada pelo estado do Tocantins e partes dos estados do Maranhão, Piauí e Bahia (Almeida et al., 2019), sendo reconhecida como uma fronteira agrícola que tem apresentado um crescimento expressivo nos últimos anos (Castillo et al., 2021). O estado compreende os biomas Amazônia, Cerrado e Caatinga, possuindo o segundo maior rebanho bovino da região (IBGE, 2021) e um crescente avanço na área de cultivo de grãos, notadamente a soja (Castillo et al., 2021).

Este avanço da fronteira agrícola no Maranhão se dá, em grande parte, em áreas de solos muito suscetíveis a processos erosivos, o que gera uma preocupação tanto ambiental quanto produtiva (Castillo et al., 2021). Assim, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) surge como uma alternativa sustentável no uso dos recursos naturais (Figueiredo et al., 2017; Jose; Dollinger, 2019; Reis et al., 2021, 2023). De acordo com a Rede ILPF (2022) a área ocupada com algum tipo de sistema de ILPF no estado é de 105 mil hectares, apenas 2,2% da área ocupada pela atividade agropecuária no estado.

A Embrapa, juntamente com parceiros, vem, desde 2005, desenvolvendo atividades de difusão da tecnologia com a implantação e condução de Unidades de Referência Tecnológica em sistemas de ILPF em diversas regiões do estado (Teixeira Neto et al., 2019). Mais recentemente, foi iniciado o “Projeto Desenvolvimento Agrícola Sustentável”, que tem como parceiros a Rede ILPF, a Embrapa Meio-Norte, a Embrapa Cocais, o Instituto Federal do Maranhão - IFMA, a Universidade Federal do Maranhão – UFMA, a Universidade Estadual do Maranhão- UEMA e a Agência de Cooperação Técnica Alemã - (GIZ - sigla em alemão), cujo objetivo é aumentar a sustentabilidade das cadeias produtivas da soja e do babaçu, por meio da difusão e adoção da ILPF e outros sistemas de baixa emissão de carbono no estado do Maranhão.

O babaçu (*Attalea speciosa*) é uma palmeira nativa e principal componente das chamadas Matas de Cocais, com ocorrência predominante nos estados do Piauí, Tocantins, Pará e do Maranhão, que é o estado que possui a maior área de ocorrência dessa espécie no Brasil.

Em virtude da germinação de um grande número de sementes que se desprendem das palmeiras adultas e do crescimento vigoroso desde a fase de plântula, o babaçu (principalmente a planta jovem, conhecida como pindova) é considerado pelos pecuaristas como praga das pastagens. Quando a ocorrência da palmeira é mal manejada no pasto, há a competição com as plantas forrageiras por espaço e pela radiação solar, o que pode inviabilizar o uso da pastagem em poucos anos (Porro, 2005).

No entanto, a presença de babaçu nas áreas de pastagens em sistemas tecnificados e bem manejados pode trazer diversas vantagens para a pecuária (Araújo et al., 2018; Toledo et al., 2020), de tal sorte que essa palmeira nativa pode ser uma opção como um componente arbóreo em sistemas de ILPF.

A incorporação do cultivo de eucalipto em integração com a pecuária também constitui uma alternativa interessante para agricultores familiares em regiões onde a indústria de cerâmica demanda biomassa para geração de energia térmica. Historicamente, a agricultura familiar no estado é caracterizada por baixo nível tecnológico e baixa renda, o que implica em degradação do solo e perda de produtividade. Neste caso, além da agregação de renda, o uso da ILPF poderá promover melhorias ambientais nestas propriedades (Rego et al., 2017; Silva et al., 2018).

No cerrado do leste maranhense, o cultivo de grãos avança em áreas de argissolos leves bastante suscetíveis a processos erosivos (Donagemma et al., 2016), onde a adoção de práticas de cultivos sustentáveis, tais como o plantio direto e os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), apresentam um grande potencial para mitigar os impactos negativos do cultivo tradicional, conforme observado por Barbosa et al. (2022).

Diante dos resultados apresentados, esta publicação vai ao encontro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) contidos na Agenda 2030, proposta pela Organização das Nações Unidas, da qual o Brasil é signatário, nos seguintes objetivos específicos: ODS 2 “Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável”; ODS 12 “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”; ODS 15 “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar uma previsão da curva de difusão da adoção de diferentes combinações de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) e suas variações em cenários e públicos-alvo específicos nas regiões oeste, norte e leste do Estado do Maranhão (MA), e identificar os fatores que influenciam na taxa de adoção da ILPF nestas regiões.

Material e Métodos

O estudo foi realizado entre os dias 07 e 09 de novembro de 2022, durante a 3ª etapa da Caravana ILPF, nos municípios de Santa Inês (microrregião de Pindaré), Itapecuru Mirim (microrregião de Itapecuru Mirim) e Chapadinha (microrregião de Chapadinha), todos no Maranhão (MA), representando três distintos cenários produtivos. Foram realizadas oficinas com a participação de profissionais ligados ao setor agropecuário conhecedores das respectivas microrregiões, dos públicos-alvo e das tecnologias (extensionistas, pesquisadores, técnicos etc.). Para a compilação dos dados e análise dos resultados foi utilizada a ferramenta Adoption and Diffusion Outcome Prediction Tool (ADOPT) (Kuehne et al., 2017), desenvolvida para permitir uma avaliação ex-ante da taxa máxima de adoção e da dinâmica de difusão de uma inovação agrícola por um público-alvo específico, além de possibilitar a identificação dos fatores determinantes na adotabilidade desta tecnologia.

Para cada um dos cenários foi realizada uma prospecção junto aos parceiros locais de diversas instituições a fim de se identificar o perfil da produção agropecuária e dos produtores e, assim, definir o público-alvo e o modelo de sistema ILPF a ser adotado, como descrito:

- a) Dia 07/11 - Santa Inês, MA (18 participantes): município localizado na região central do estado, inserido no bioma Amazônico, e com forte predominância da produção pecuária extensiva e do extrativismo do babaçu por mulheres (quebradeiras de coco) pertencentes a comunidades tradicionais. A tecnologia definida foi o sistema de integração pecuária-floresta (IPF) pela introdução da pecuária em áreas de “babaçuais” com agregação de tecnologias de manejo adequado, direcionada a pecuaristas de corte;

- b) Dia 08/11 - Itapecuru Mirim, MA (26 participantes): localizado na região centro oeste maranhense, em uma área de transição do bioma Amazônico para o Cerrado (Mata dos Cocais), onde se destaca a indústria cerâmica e a criação de caprinos e ovinos de base familiar. A tecnologia elencada foi o sistema de integração pecuária-floresta (IPF) para a criação de caprinos e ovinos e produção de madeira para abastecimento das cerâmicas locais;
- c) Dia 09/11 - Chapadinha, MA (14 participantes): localizado na região leste do Maranhão, o município está inteiramente sob domínio do bioma Cerrado, onde predomina a produção de grãos, notadamente o cultivo de soja (Castillo et al., 2021) em áreas de argissolos leves considerados bastante vulneráveis à erosão (Donagemma et al., 2016), onde se faz necessária maior atenção às práticas de manejo do solo na produção agropecuária (Frazão et al., 2015). A tecnologia definida foi a introdução da pecuária nos sistemas de produção de grãos (ILP).

Definidos a tecnologia e público-alvo para cada região, foram convidados para participar das oficinas, técnicos e representantes de instituições de pesquisa e extensão que possuem reconhecido conhecimento da realidade local, dos produtores e dos gargalos enfrentados.

As oficinas seguiram a seguinte dinâmica:

- A tecnologia e o público-alvo foram projetados em tela para visualização de todos e, na sequência, explicada a dinâmica que seria adotada;
- Os participantes foram divididos em dois grupos sendo: grupo 1 responsável pelas questões referentes ao perfil do público-alvo (10 questões) e o grupo 2 responsável pelas questões relacionadas à tecnologia (12 questões);
- Foi definido um tempo de cinco minutos para que os grupos apresentassem em consenso uma resposta a cada questão. No total o grupo teve aproximadamente 1 hora para responder todas as questões;
- Após o término dessa etapa, as respostas foram inseridas no modelo ADOPT para a simulação da taxa de difusão da adoção da tecnologia, bem como a análise de sensibilidade;
- Os grupos, então, foram reunidos e os resultados das simulações foram apresentados aos participantes para discussão e apontamento

de possíveis soluções e considerações; Os dois grupos, então, foram reunidos e os resultados das simulações foram apresentados aos participantes para discussão e apontamento de possíveis soluções e considerações;

- Os pontos relatados pelos participantes foram anotados e incorporados no relatório final.

Resultados e Discussão

Santa Inês, MA

O público-alvo da região é caracterizado por empreendedores pecuaristas que, em sua maioria, residem na cidade e têm como fonte de renda principal outras atividades (comércio, funcionalismo público, consultoria etc.). Apresentam um perfil mais conservador e avesso ao risco, bem como pouca associação para discussão de temas relacionados à pecuária.

A associação de criação de bovinos em áreas de ocorrência de árvores esparsas de babaçu é uma prática comum na região, sendo realizada de forma oportunista e sem manejo adequado, no que é definido como “sistema silvipastoril tradicional” (Figura 1), conforme descrito por Araújo et al. (2016a), Reis et al. (2018) e Toledo et al. (2020). Entretanto, a exploração do babaçu é realizada de forma extrativista, basicamente por mulheres pertencentes a comunidades tradicionais próximas, também conhecidas como “quebradeiras de coco”. Isto tem sido motivo de conflitos entre os pecuaristas, proprietários das áreas, e as “quebradeiras de coco”.



Figura 1. “Sistema Silvopastoril tradicional”, com introdução da pecuária de corte extensiva em áreas de ocorrência natural de árvores esparsas de babaçu no município de Santa Inês, MA.

A taxa máxima de adoção da integração da pecuária em áreas de “babaçuais”, no sistema IPF, pelos pecuaristas alcançou 54% do público-alvo em um período de até 17 anos a partir do início de uma política de inserção da tecnologia junto ao setor produtivo (Figura 2).



Figura 2. Dinâmica de adoção de integração da pecuária em áreas de babaçuais na região de Santa Inês, MA.

Um fator com grande impacto na adotabilidade diz respeito ao benefício da tecnologia às atividades já desenvolvidas nas propriedades. Segundo os especialistas consultados, quase nenhuma das propriedades tem alguma atividade relevante que seria beneficiada com a adoção da tecnologia. Caso fosse identificado o benefício a alguma atividade relevante, a taxa de adoção se ampliaria para aproximadamente 79%.

A análise de sensibilidade identificou que existe margem para ganhos na taxa máxima de adoção por meio de alterações no design da tecnologia. O investimento inicial foi considerado alto o que, por sua vez, impacta negativamente na lucratividade nos anos subsequentes à adoção. Um dos principais fatores observados pelos especialistas consultados foi o alto investimento inicial devido à necessidade de limpeza das áreas, com a eliminação e controle das “pindovas” (plantas de babaçu na fase jovem em regeneração, que infestam as áreas de pastagem), e os custos com correção e fertilização do solo para a semeadura das pastagens, o que irá influenciar a rentabilidade nos anos iniciais.

Assim, alterações no design da tecnologia que promovam redução no investimento inicial, aumentos tanto na lucratividade de curto prazo quanto futura, aspectos identificados pela análise como de maior sensibilidade, além da redução de riscos, proporcionariam ganhos variando em torno de 9 a 12% na taxa de adoção máxima (Figura 3).

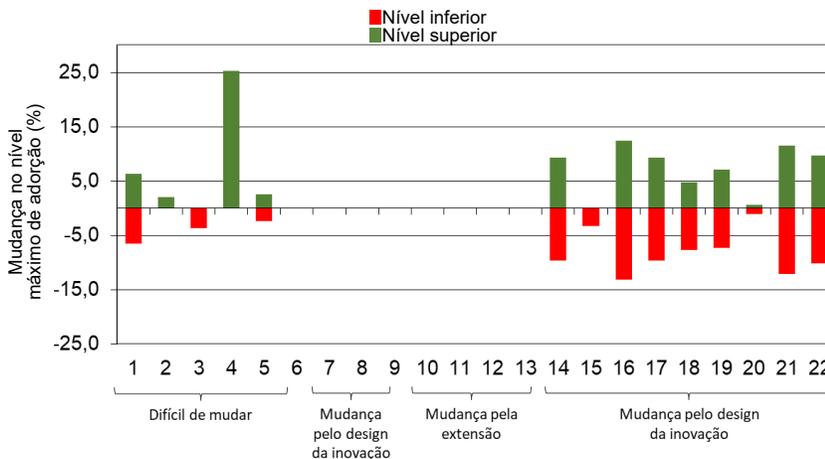


Figura 3. Análise de sensibilidade para a adoção da integração da pecuária em áreas de babaçuais na região de Santa Inês, MA. As questões referem-se a: 1 - Orientação ao lucro; 2 - Orientação ambiental; 3 - Aversão a riscos; 4 - Escala empresarial; 5 - Horizonte de gestão; 6 - Restrições de curto prazo; 7 - Testabilidade da inovação; 8 - Complexidade da inovação; 9 - Observabilidade da inovação; 10 - Assistência técnica; 11 - Envolvimento associativo; 12 - Habilidades e conhecimentos relevantes existentes; 13 - Conhecimento da inovação; 14 - Custo inicial relativo da inovação; 15 - Reversibilidade da inovação; 16 - Lucratividade nos anos em que é usada; 17 - Lucratividade futura; 18 - Tempo até que a lucratividade futura se realize; 19 - Custos e benefícios ambientais; 20 - Tempo até que os benefícios ambientais se realizem; 21 - Exposição a riscos; 22- Facilidade e conveniência.

Neste sentido, Toledo et al. (2020) demonstraram que a agregação de valor aos produtos dos frutos de babaçu pode aumentar a rentabilidade do extrativismo pelas quebradeiras de coco, o que pode ser benéfico para os pecuaristas, uma vez que a colheita destes frutos pode diminuir, ou até mesmo evitar, a germinação de novas palmeiras, reduzindo, assim, os custos para o seu controle. Além disso, com a adoção de práticas de manejo da pastagem mais tecnificadas, observa-se uma melhoria na produção animal e consequentemente na rentabilidade da atividade (Araújo et al., 2016b, 2018).

Por outro lado, Porro et al. (2021) destacam uma experiência agroextrativista em áreas de pastagens e babaçuais, onde se inseriu a leguminosa arbustiva sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) como recurso para recuperação do solo

e diversificação da renda por meio da exploração de estacas de madeira e/ou lenha.

Quanto à velocidade da adoção, esta poderia ser acelerada em até dois anos e seis meses por meio de esforços de capacitação dos produtores e maior acesso à assistência técnica especializada (Figura 4). A análise de sensibilidade mostrou que o aspecto mais sensível à taxa de adoção é a necessidade do público-alvo em adquirir novos conhecimentos e habilidades para adotar a tecnologia. Aspectos relacionados à observabilidade e testabilidade da tecnologia também apresentaram significância, podendo acelerar em até 1,5 anos para se atingir a taxa máxima de adoção. Portanto, ações coordenadas de treinamento e transferência de tecnologia, bem como a mobilização dos produtores para engajamento em redes de troca de experiências, poderiam acelerar a difusão da adoção da IPF em áreas de babaçuais pelos pecuaristas.

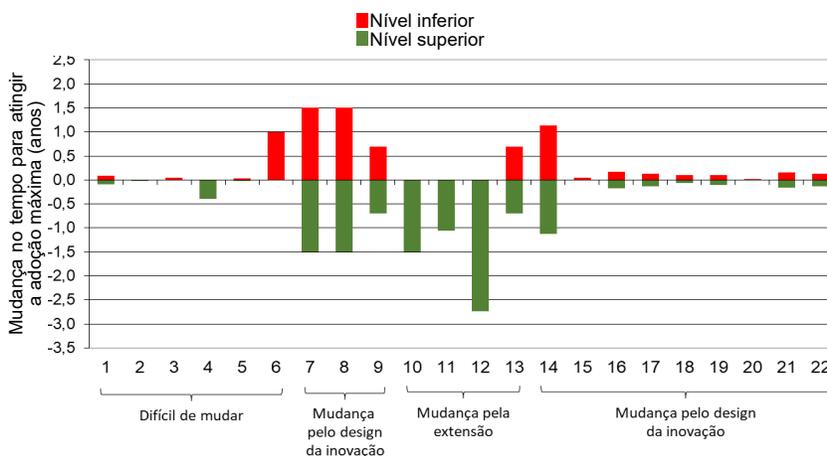


Figura 4. Análise de sensibilidade em relação ao tempo para a adoção da integração da pecuária em áreas de babaçuais na região de Santa Inês, MA. Para os aspectos abordados nas questões, referir-se à legenda da Figura 3.

A percepção do público-alvo com relação aos benefícios ambientais da tecnologia é de que os ganhos são pequenos, estando mais relacionados ao conforto animal. O efeito do sombreamento no conforto térmico de animais criados em áreas de pastagens com baixas densidades de árvores de babaçu é demonstrado nos estudos realizados por Araújo et al. (2017).

Itapecuru Mirim, MA

O público-alvo neste município é formado por pecuaristas familiares criadores de caprinos e ovinos e residentes na propriedade. Trata-se de um público com perfil mais conservador em que a maioria tem a minimização de riscos financeiros como maior motivação.

Apesar deste perfil, a tecnologia IPF para criação de ovinos e caprinos e produção de lenha para as cerâmicas apresentou elevado potencial de adotabilidade, alcançando níveis de até 81% do público-alvo em um prazo estimado de 17 anos (Figura 5).



Figura 5. Dinâmica de adoção da IPF na região de Itapecuru Mirim, MA.

Um dos fatores que podem explicar este alto nível de adoção é que a tecnologia tem potencial para trazer benefícios a atividades relevantes dentro da propriedade, tal como a diversificação de renda pela produção de madeira, uma vez que apenas a minoria das propriedades possui essa atividade.

Apesar do alto nível de adoção, o sistema identificou alguns pontos que oferecem oportunidades para aumentar ainda mais a adotabilidade da tecnologia. Como se observa na Figura 6, questões relacionadas ao design da tecnologia que incrementem a sua lucratividade e minimizem os riscos podem aumentar em até 9% a adotabilidade.

Rego et al. (2017) e Silva et al. (2018), observaram que a introdução do cultivo de milho associado ao plantio da pastagem e à silvicultura, em sistemas de ILPF, tem potencial para incrementar a rentabilidade de curto prazo da atividade.

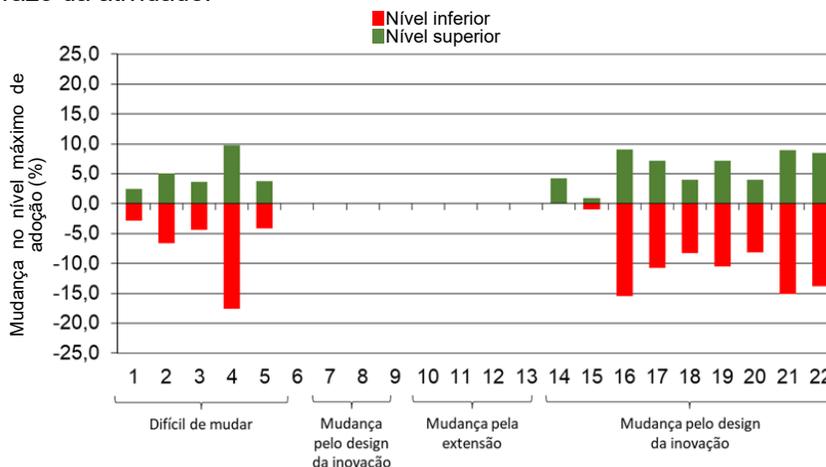


Figura 6. Análise de sensibilidade para a adoção da IPF na região de Itapecuru Mirim, MA. Para os aspectos abordados nas questões, referir-se à legenda da Figura 3.

Segundo os especialistas consultados, a perspectiva de obtenção de renda adicional com a comercialização da lenha apenas aos quatro anos de idade (idade do primeiro corte) diminui a rentabilidade do negócio nos anos iniciais. Além disso, a questão relacionada ao manejo da propriedade, tendo em vista a colheita da madeira, foi identificada como um ponto que pode ser melhorado para o aumento da adotabilidade.

A velocidade da adoção, por sua vez, poderia ser acelerada em aproximadamente 1,75 anos por esforços de extensão, cursos de capacitação e ações de transferência de tecnologia, uma vez que, segundo os especialistas consultados, praticamente todos os pecuaristas precisam adquirir novas habilidades e conhecimentos para adotar a IPF (Figura 7).

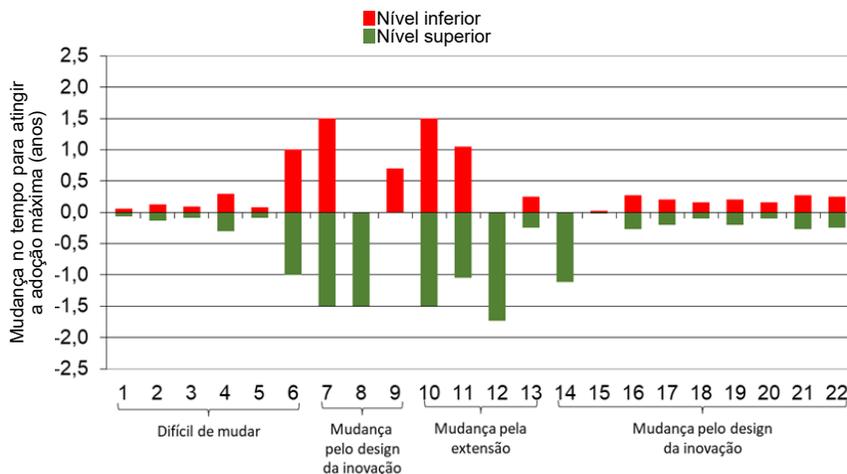


Figura 7. Análise de sensibilidade em relação ao tempo para a adoção da IPF na região de Itapecuru Mirim, MA. Para os aspectos abordados nas questões, referir-se à legenda da Figura 3.

Também foi identificado que dificuldades de testabilidade da tecnologia bem como a avaliação de seus efeitos no curto prazo são, igualmente, aspectos que impactam o tempo para adoção máxima da tecnologia.

Com relação à percepção sobre os benefícios ambientais, foi observado que, apesar de a minoria ter a questão ambiental como forte motivação, em geral este público-alvo reconhece as vantagens desta tecnologia para o conforto animal e a proteção do solo.

Chapadinha, MA

Nesta região o público-alvo é formado por produtores de grãos, principalmente soja. Diferentemente das duas regiões anteriores, este é um público considerado mais arrojado com forte orientação para a maximização do lucro e menor aversão a riscos.

Tradicionalmente, as áreas são utilizadas de maneira intensiva durante o período de safra, sendo deixadas em pousio durante o período de estiagem, o que se torna um risco para a proteção do solo (Frota et al., 2015).

A introdução da pecuária em áreas de produção de grãos, pelo sistema ILP, alcançou baixos níveis de adotabilidade (apenas 24% do público-alvo) em um período de 17 anos (Figura 8).

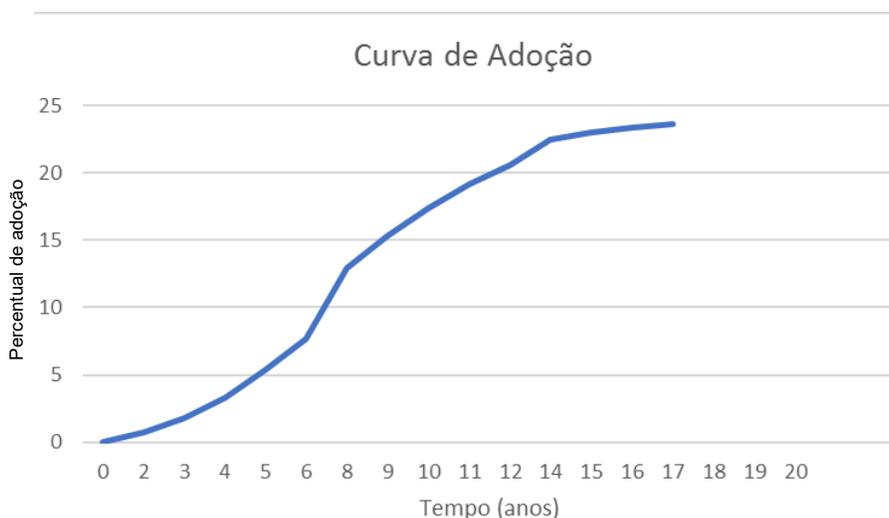


Figura 8. Dinâmica de adoção da ILP na região de Chapadinha, MA.

Um dos fatores, relacionados ao perfil das propriedades, que apresentou grande impacto na taxa de adotabilidade foi a observação dos especialistas de que a implantação deste modelo iria beneficiar as outras atividades apenas na minoria das propriedades. Com relação ao design da tecnologia, os especialistas consultados entenderam que a lucratividade ao longo dos anos em que é utilizada é pequena tendo em vista o alto custo para a sua implantação. Neste aspecto, ajustes na tecnologia, que promovam melhorias na lucratividade corrente, podem aumentar em até 17% a taxa de adoção. Já para a lucratividade futura, mesmo com o entendimento de que os impactos da adoção da ILP são grandes, melhorias na tecnologia que promovam impactos ainda maiores podem resultar em taxas de adoção de até 15,5% superiores.

Teixeira Neto et al. (2019) observaram que produtores de grãos, quando apresentados à possibilidade de introdução da pecuária em associação com a produção granífera no sistema ILP, apresentam preocupações relacionadas à possibilidade de compactação do solo pelo pisoteio dos animais com o uso da pastagem na entressafra, bem como a perda de eficiência no plantio de grãos devido à formação de touceiras pelo capim.

Além disso, a percepção de ganhos ambientais por parte dos produtores de grãos é considerada moderada. O potencial de ganhos da adotabilidade da tecnologia com incrementos nos benefícios ambientais pode resultar em ganhos de até 19% na adotabilidade (Figura 9). Em estudos realizados na região leste do Maranhão, em área de Cerrado, município de Brejo, Barbosa et al. (2022) observaram que o sistema ILP sob plantio direto (soja/milheto) melhorou as características físico-químicas do solo, bem como aumentou a capacidade de armazenamento de água.

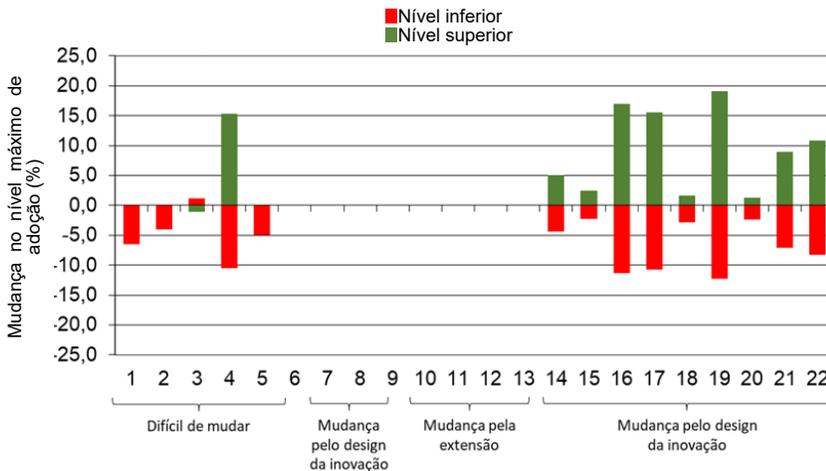


Figura 9. Análise de sensibilidade para a adoção da ILP na região de Chapadinha, MA. Para os aspectos abordados nas questões, referir-se à legenda da Figura 3.

No que tange ao prazo para a máxima adoção da ILP por produtores de grãos, a tecnologia foi considerada moderadamente estável, com impactos diretos na avaliação de seus efeitos no curto prazo em função da sua complexidade. Ajustes que promovam mais rapidez no teste e observação dos impactos da tecnologia podem encurtar este prazo em até 1,5 anos. O acesso à assistência técnica especializada na implantação e manejo de sistemas consorciados, como a ILP, é considerado praticamente inexistente, bem como a necessidade dos produtores em adquirirem novas habilidades para a gestão da implantação da tecnologia em suas propriedades. Com maior acesso à assistência técnica e capacitação de produtores o prazo para a máxima adoção pode ser reduzido em até 2,74 anos (Figura 10).

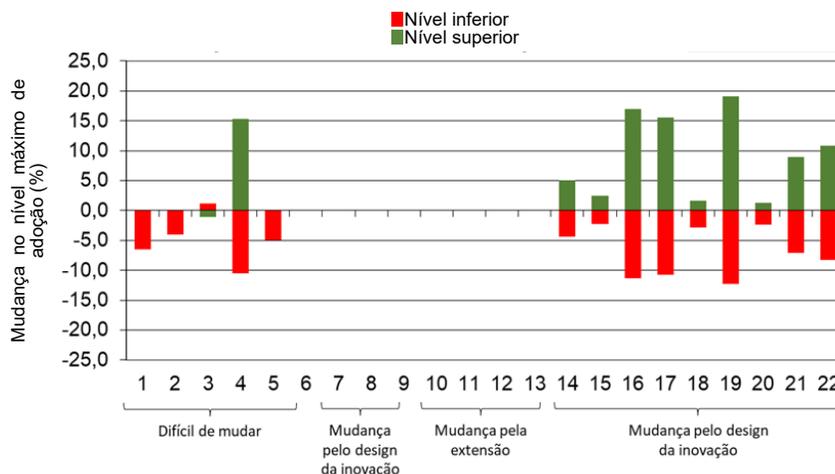


Figura 10. Análise de sensibilidade em relação ao tempo para a adoção da ILP na região de Chapadinha, MA. Para os aspectos abordados nas questões, referir-se à legenda da Figura 3.

Como se pode observar, um fator recorrente que se apresenta como gargalo à adoção de sistemas ILPF diz respeito ao acesso à assistência técnica e capacitação dos produtores rurais, o que já é bem documentado pela bibliografia científica (Souza Filho et al., 2021).

Carrer et al. (2013) destacam que políticas públicas voltadas para maior eficiência no uso de fatores de produção devem considerar investimentos e qualificação da mão de obra rural, fortalecimento dos arranjos organizacionais entre produtores (associações, cooperativas, redes informais de comunicação, etc.) e fortalecimento da assistência técnica e extensão rural. Neste sentido, o estudo realizado por Figueiredo et al. (2021) demonstra a importância do impacto da implantação de uma Unidade de Referência Tecnológica (URT) em ILPF sobre a percepção dos benefícios ambientais e econômicos da tecnologia por parte de técnicos extensionistas e produtores rurais.

Neste contexto, se destaca o trabalho realizado por Teixeira Neto et al. (2019) que apresenta as estratégias de difusão da ILPF em microrregiões nos estados componentes do MATOPIBA empreendida pela Embrapa e parceiros desde 2005. Diversas URT têm sido implantadas em propriedades rurais selecionadas criteriosamente, onde são desenvolvidos os diferentes modelos de sistemas de ILPF com acompanhamento técnico. Ao longo de 12 anos,

foi possível observar aumentos significativos nas produtividades das áreas, aumento da rentabilidade e do emprego, bem como nas variáveis ambientais (diminuição da erosão, armazenamento de água no solo, aumento dos teores de matéria orgânica no solo).

Entretanto, apesar destas experiências exitosas, os autores observaram que, uma vez que se trata de um modelo inovador e que demanda conhecimentos específicos, ainda persistem gargalos para sua adoção. Dentre estes, destacam-se: falta de mão de obra qualificada, aspectos culturais de produtores de grãos e pecuaristas (considerando a falta de integração destes com as cadeias produtivas das atividades que não praticam), falta de associação entre os produtores no intercâmbio de experiências, falta de infraestrutura nas propriedades para a operacionalização da implantação de sistemas ILPF limitado ao acesso a crédito rural, desconhecimento da legislação ambiental e falta de agentes de assistência técnica e extensão rural capacitados para orientar os produtores na implantação e condução destes sistemas (Vinholis et al., 2022).

Conclusões

A adotabilidade dos diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta avaliados no estado do Maranhão é bastante variável e tem estreita relação com o perfil do público-alvo, bem como questões relacionadas principalmente ao design de cada modelo de ILPF.

A integração da pecuária em áreas de babaçuais, formando sistemas de integração pecuária-floresta, tem potencial mediano de adotabilidade encontrando pontos de resistência principalmente no que se refere à lucratividade corrente e futura com a exploração do babaçu, bem como com os altos custos iniciais para a formação da pastagem, tendo em vista a necessidade de controle da regeneração do babaçu (eliminação das pindovas).

A integração da criação de caprinos e ovinos com plantio de eucalipto, para produção de lenha a fim de abastecer a indústria cerâmica, apresentou um elevado nível de adotabilidade, devido, principalmente, às condições de lucratividade proporcionadas pelo manejo intensivo que gera um fluxo de caixa mais recorrente, gerando maior atratividade ao negócio.

Para a integração da pecuária em áreas de produção de grãos (soja, principalmente), foi observado um baixo nível de adotabilidade, tendo em vista a percepção de que a tecnologia não irá trazer benefícios adicionais a alguma atividade relevante já conduzida na propriedade.

Em todos os casos, foram observados pontos onde é possível, por meio de alterações no design da tecnologia e ações de transferência e capacitação, principalmente, alterar os resultados de forma significativa.

Referências

ALMEIDA, J. G.; SODRÉ, R. B.; MATTOS JÚNIOR, J. S. O MATOPIBA nas Chapadas Maranhenses: impactos da expansão do agronegócio na microrregião de Chapadinha. **Revista Nera**, v. 47, n. 22, p. 248-271, 2019. DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i47.6271>

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. S.; SANTOS, F. N. S.; COSTA, F. O.; LIMA, A. J. T.; SILVA, I. R.; RODRIGUES, M. M. Composição químico-bromatológica e degradabilidade in situ de capim Marandu em sistemas silvipastoris formados por babaçu e em monocultivo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 3, p. 401-412, 2016a. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000300007>

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. S.; LANA, R. P.; SANTOS, F. N. S.; LIMA, A. J. T. de; RODRIGUES, M. M. Forage intake and performance of cattle in silvo-pastoral systems and monoculture of Marandu in Pre-Amazon region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 20, p. 1849-1857, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.10795>

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. S.; SANTOS, F. N. S.; CUTRIM, J. A. A.; JESUS, A. P. R.; SHIGAKI, F.; ARAÚJO, J. S. Grazing behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, n. 1, p. 83-90, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.33085>

ARAÚJO, R. A.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. S.; SANTOS, F. N. S.; ANDRADE, A. C.; SILVA, I. R.; JESUS, A. P. R.; CUTRIM JUNIOR, J. A. A. Nutrient intake and economic analysis of young bulls reared in silvopastoral systems with babassu palm trees in the Pre-Amazon region. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 19, n. 3, p. 241-255, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-99402018000300002>

BARBOSA, L. R.; OLIVEIRA, F. P. de; SOUZA, H. A. de; LEITE, L. F. C.; NUNES, L. A. P. L. Physical-hydraulic properties of an ultisol under no-tillage and crop-livestock integration in the Cerrado. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 460-469, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n221rc>

CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; VINHOLIS, M. M. B. Determinants of feedlot adoption by beef cattle farmers in the state of São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 11, p. 824-830, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013001100009>

CASTILLO, R.; BOTELHO, A. C.; BUSCA, M. D. Agronegócio globalizado no MATOPIBA maranhense: análise da especialização regional produtiva da soja. **Espaço e Economia**, ano 10, n. 21, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4000/espacoeconomia.19325>

DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L.; BALIEIRO, F. C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAÚJO FILHO, J. C.; SANTOS, F. C.; ALBUQUERQUE, M. R.; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>

FIGUEIREDO, T. S.; SOUSA, M. K. C. R.; SOUZA, R. A.; APOLINÁRIO, V. X. O.; BEZERRA, J. C.; MUNIZ, L. C. Integração lavoura pecuária floresta, na região de Pindaré-Mirim, MA. In: SILVA-MATOS, R. R. S. da; LOPES, J. M.; SILVA, T. F. **Desafios e impacto das ciências agrárias no Brasil e no mundo**. Ponta Grossa: Atena, 2021. p. 123-134.

FIGUEIREDO, E. B.; JAYASUNDARA, S.; BORDONAL, R. O.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. R.; WAGNER-RIDDLE, C.; LA SCALA JR., N. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in 363 Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, n. 1, p. 420-431, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>

FRAZÃO, J. M. F.; COSTA, J. B.; QUINZEIRO NETO, T.; ARAUJO NETO, R. B.; TEIXEIRA NETO, M. L.; AZEVEDO, D. M. P.; CARVALHO, G. M. C. Corn and soybean yield in the integrated crop-livestock system in the cerrado, Maranhão eastern region. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards sustainable intensification: proceedings**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

FROTA, M. N. L.; TEIXEIRA NETO, M.; ARAÚJO, R. B.; CARVALHO, G. M. C. Cattle production on pasture land during dry season at integrated crop-livestock systems on the Cerrado of Maranhão. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Towards sustainable intensification: proceedings**. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

IBGE. **Maranhão**: bovino/efetivo do rebanho. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/pesquisa/18/16459?tipo=grafico&indicador=16533>. Acesso em: 1 fev. 023.

JOSE, S.; DOLLINGER, J. Silvopasture: a sustainable livestock production system. **Agroforestry Systems**, v. 93, p. 1-9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00366-8>

KUEHNE, G.; LLEWELLYN, R.; PANNELL, D. J.; WILKINSON, R.; DOLLING, P.; OUZMAN, J.; EWING, M. Predicting farmer uptake of new agricultural practices: a tool for research, extension and policy. **Agricultural Systems**, v. 156, p. 115-125, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.007>

PORRO, R.; MILLER, R. P.; SOUSA, R. C.; NASCIMENTO, A. S. A utilização do Sabiá (*Mimosa Caesalpinifolia*) para gerar renda e melhorar o solo em sistemas agrícolas tradicionais no Médio Mearim, Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 12., 2021, Piracicaba. **Anais...** [S.l.]: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais, 2021. p. 372-374.

PORRO, R. Palms, pastures, and swidden fields: the grounded political ecology of “agro-extractive/shifting-cultivator peasants” in Maranhão, Brazil. **Human Ecology**, v. 33, n. 1, p. 17-55, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-005-1654-2>

REDE ILPF. **ILPF em números**: safra 2020/21. Disponível em: https://redeilpf.org.br/images/ILPF_em_Numeros-Safra.pdf. Acesso em: 13 out. 2022.

REGO, C. A. R. M.; REIS, V. R. R.; WANDER, A. E.; CANTANHEDE, I. S. L.; COSTA, J. B.; MUNIZ, L. C.; COSTA, B. P.; HERRERA, J. L. L. Cost analysis of corn cultivation in the setup of the crop-livestock-forest integration system to recover degraded pastures. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, p. 168-174, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v9n6p168>

REIS, V. R. R.; MUNIZ, L. C.; SIGNOR, D.; CANTANHEDE, I. S. L.; REGO, C. A. R. M.; GARCIA, U. S.; MARQUES, E. O.; COSTA, J. B. Soil chemical attributes under crop-livestock-forest integration system and in different land uses in Mata dos Cocais region. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, p. 370-380, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v10n4p370>

REIS, J. C.; RODRIGUES, G. S.; BARROS, I. de; RODRIGUES, R. A. R.; GARRETT, R. D.; VALENTIM, J. F.; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; WRUCK, F. J.; RODRIGUES-FILHO, S.; PIMENTEL, P. E. O.; SMUKLER, S. Integrated crop-livestock systems: a sustainable land-use alternative for food production in the Brazilian Cerrado and Amazon. **Journal of Cleaner Production**, v. 283, 124580, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124580>

REIS, J. C.; RODRIGUES, G. S.; BARROS, I. de; RODRIGUES, R. A. R.; GARRETT, R. D.; VALENTIM, J. F.; KAMOI, M. Y. T.; MICHETTI, M.; WRUCK, F. J.; RODRIGUES-FILHO, S. Fuzzy logic indicators for the assessment of farming sustainability strategies in a tropical agricultural

frontier. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 43, article 8, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00858-5>

SILVA, I. A. P.; MUNIZ, L. C.; REGO, C. A. R. M.; CANTANHEDE, I. S. L.; COSTA, J. B.; HERRERA, J. L.; SOUZA, R. A.; REIS, V. R. R.; MARQUES, E. O.; BRASIL, E. P.; GARCIA, U. S. Economic analysis of corn culture in integrated crop-livestock-forest system. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 22, p. 1-7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2018/40316>

SOUZA FILHO, H. M.; VINHOLIS, M. M. B.; CARRER, M. J.; BERNARDO, R. Determinants of adoption of integrated systems by cattle farmers in the state of São Paulo, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 95, n. 1, p. 103-117, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-020-00565-8>

TEIXEIRA NETO, M. L.; ARAÚJO NETO, R. B.; ALCANTARA, R. M. C. M.; SOUZA, H. A.; AZEVEDO, D. M. P.; CARVALHO, G. M. C.; FROTA, M. N. L.; VILELA, L.; COSTA, J. B.; FRAZÃO, J. M. F.; TOLEDO, M. M.; QUINZEIRO NETO, T.; BARBOSA, C. F.; SANTOS, A. M.; BORTOLON, E. S. O.; BELCHIOR, E. B.; BORTOLON, L.; ALCANTARA, P. H. R.; ALMEIDA, R. E. M.; SANTOS, D. Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Oeste da Bahia. In: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 105-163.

TOLEDO, M. M.; SANTOS, D. P.; FRAZÃO, J. M. F.; FIGUEIREDO, F. A.; COSTA, J. B. Income generation of non-wood forest products in an innovative integrated crop-livestock-forestry system. **Journal of Agricultural Science**, v. 12, p. 235-244, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v12n9p235>

VINHOLIS, M. M. B.; CARRER, M. J.; SOUZA FILHO, H. M.; BERNARDO, R. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no estado de São Paulo: estudo multicaseos com adotantes pioneiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 1, e234057, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.234057>



Parceria



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA
E PECUÁRIA

