



Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas

Experiência brasileira

Vanderlise Giongo
Francislene Angelotti

Editoras Técnicas

Embrapa

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Semiárido
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas

Experiência brasileira

Vanderlise Giongo
Francislene Angelotti

Editoras Técnicas

Embrapa
Brasília, DF
2022

Embrapa Semiárido
Rodovia BR-428, Km 152, Zona Rural
CEP: 56302-970 Petrolina, PE
Fone: +55 (87) 3866-3600
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Responsável pelo conteúdo
Embrapa Semiárido

Comitê Local de Publicações

Presidente

Natoniel Franklin de Melo

Secretária-executiva

Juliana Martins Ribeiro

Membros

Alineaurea Florentino Silva

Clarice Monteiro Rocha

Daniel Nogueira Maia

Geraldo Milanez de Resende

Gislene Feitosa Brito Gama

José Maria Pinto

Magnus Dall'igna Deon

Paula Tereza de Souza e Silva

Pedro Martins Ribeiro Júnior

Rafaela Priscila Antônio

Sidinei Anunciação Silva

Responsável pela edição

Embrapa, Superintendência de Comunicação

Coordenação editorial

Carla Alessandra Timm

Nilda Maria da Cunha Sette

Supervisão editorial

Josmária Madalena Lopes

Revisão de texto

Francisca Elijani do Nascimento

Normalização bibliográfica

Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico, diagramação e capa

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Fotos da capa

Magna Soelma Beserra de Moura

1ª edição

Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa, Superintendência de Comunicação

Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas : experiência brasileira / Vanderlise Giongo, Francislene Angelotti, editoras técnicas. – Brasília, DF : Embrapa, 2022.

PDF (256 p.). : il. color.

ISBN 978-65-89957-12-6

1. Recursos naturais. 2. Agricultura sustentável. 3. Efeito estufa. 4. Políticas públicas. I. Giongo, Vanderlise. II. Angelotti, Francislene. III. Embrapa Semiárido.

CDD 551.68

Márcia Maria Pereira de Souza (CRB-1/1441)

© Embrapa, 2022

Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta para o Semiárido

José Henrique de Albuquerque Rangel

Rafael Dantas dos Santos

Samuel Figueiredo de Souza

Ubiratan Piovezan

Evandro Neves Muniz

Introdução

O Agreste e o Sertão, sub-regiões que compõem o Semiárido, compreendem 114 milhões de hectares, dos quais, aproximadamente, 13 milhões de hectares são ocupados com pastagens, sendo 62% com pastagens naturais e 38% com pastagens cultivadas (IBGE, 2017). No entanto, a atividade agropecuária no Semiárido é classificada como de baixa eficiência produtiva (Guedes, 2007). O aumento da densidade populacional e a demanda por alimentos fizeram com que os habitantes do Semiárido explorassem a terra além da sua capacidade produtiva. Dessa forma, observa-se que o modelo de exploração atual da Caatinga carece de sustentabilidade ecológica e econômica (Guedes, 2007).

A pastagem é a fonte de alimento quase que exclusiva dos rebanhos, os quais estão espalhados pelas diversas sub-regiões do Semiárido. No entanto, há maiores concentrações de rebanho no Agreste, onde a capacidade de suporte é maior, e menor concentração no Sertão, onde o clima limita o crescimento das forrageiras. Independente da sub-região, a quantidade de animais está bem acima daquela que as pastagens podem suportar, o levou à crescente degradação do ambiente.

De maneira geral, entre os fatores que causam a degradação das pastagens, citam-se: o excesso de lotação, o manejo inadequado das pastagens, a ausência de práticas conservacionistas do solo e de controle de pragas e invasoras e a falta de adubação, de correção e de manutenção da fertilidade do solo (Kichel et al., 2011).

Dados estatísticos mostram que, nessa região, a probabilidade de sucesso da agricultura de sequeiro (dependente de chuva) é de três décimos, ou seja, a cada dez anos apenas em três se obtém sucesso. Isso mostra o alto risco dessa exploração, evidenciando a necessidade da diversificação agropecuária.

Para a mudança desse cenário, estratégias de restauração, recuperação e proteção de pastagens nativas e cultivadas são de grande utilidade, a exemplo dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). No Semiárido, as pesquisas com sistemas de ILPF ainda são recentes, mas já apresentam resultados bastante satisfatórios. O objetivo dos sistemas ILPF é produzir sequencialmente ou simultaneamente forragem, alimento e madeira, racionalizando o uso do solo e de outros recursos naturais, procurando aumentar a capacidade de suporte, a produtividade total e a eficiência produtiva dos sistemas de produção, que incluem o componente pecuário.

Conceituação de integração lavoura-pecuária-floresta

A ILPF é uma estratégia de produção agropecuária que integra diferentes sistemas produtivos, agrícolas, pecuários e florestais, dentro da mesma área. Pode ocorrer em cultivo consorciado, em rotação ou sucessão, de forma que haja interação entre os componentes, gerando benefícios mútuos (Balbino et al., 2011a, 2011b).

O sistema ILPF pode ser adotado de diferentes formas, com inúmeras culturas e diversas espécies animais e florestais, adequando-se às características regionais, às condições climáticas, ao mercado local e ao perfil do produtor, sendo plenamente possível sua adoção por pequenos, médios e grandes produtores. Conforme pode ser observado na Tabela 1, a adoção desses sistemas ainda é muito incipiente nos estados que compõem o Semiárido, necessitam, por isso, de um maior número de estratégias efetivas de transferência de tecnologias (Rangel et al., 2015).

Importância e benefícios

O sistema ILPF altera a forma de usar a terra e de pensar as inter-relações entre solo-planta-animal-ambiente, constituindo-se em uma alternativa excelente para regiões com déficit hídrico, por garantir a eficiência produtiva. Esses sistemas são recomendados para a região Semiárida em razão das grandes demandas por produção de alimentos, tanto para a população humana quanto para os rebanhos bovinos, caprinos e ovinos (Balbino et al., 2011c). Ainda é recomendado também para regiões sob grande pressão de preservação dos recursos naturais, demandando a implementação de práticas que façam bom uso da terra, surgindo como uma alternativa a oferecer ganhos relacionados às questões ecológicas, econômicas e sociais (Balbino et al., 2002).

Os arranjos de plantio podem ser os mais variados possíveis, de acordo com as características edafoclimáticas da região (Dias-Filho, 2007). As diferentes estratégias de integração que interagem temporal e espacialmente nos cultivos arbóreos, perenes e anuais têm a capacidade de viabilizar economicamente os sistemas de pro-

Tabela 1. Participação do sistema integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) na atividade agropecuária dos estados do Nordeste.

Estado	Área sob atividade agropecuária (ha)	Área com ILPF	
		ha	%
Alagoas	1.555.272	4.619	0,30
Bahia	21.996.269	545.778	2,48
Ceará	5.142.852	41.380	0,80
Maranhão	4.797.636	69.087	1,44
Paraíba	2.152.310	136.217	6,33
Pernambuco	4.273.523	217.673	5,09
Piauí	5.559.900	74.119	1,32
Rio Grande do Norte	2.298.618	221.491	9,64
Sergipe	1.281.116	1.774	0,14
Total	49.057.496	1.312.108	2,67

dução, por meio da geração de renda imediata nos anos iniciais pela comercialização dos produtos advindos das culturas agrícolas de ciclos curto e médio.

Os benefícios dos sistemas de ILPF são diversos, tais como a oferta de multiprodutos; melhor uso da radiação luminosa; melhor uso do solo e dos nutrientes; controle de plantas invasoras; controle de processos erosivos provocados pelo vento e água; controle de doenças e pragas; maior oferta de forragem; prestação de serviços ambientais; melhoria da ambiência animal; escalonamento do uso da mão de obra; manutenção de água nos sistemas e estabilização do ambiente de produção (Silva et al., 2009).

De acordo com Macedo (2019), são ainda vantagens dos sistemas integrados a quebra do ciclo de pragas e doenças em razão da rotação de culturas, o que diminui também a densidade de bancos ativos de sementes de plantas invasoras. Já para o componente pecuário, a ILPF promove microclima favorável à melhoria do índice de conforto térmico para os animais, que ficam à sombra das árvores, ao contrário do que ocorre quando expostos diretamente à insolação (Karvatte Júnior et al., 2016).

No que tange às questões ambientais, os sistemas integrados possuem elevado potencial de sequestro de carbono, pois acumulam biomassa forrageira e florestal e matéria orgânica no solo, o que reduz a emissão de gases de efeito estufa à atmosfera (Balbino et al., 2011c). A esses aspectos soma-se o aumento da eficiência dos sistemas agrícolas, devido a maior intensidade do uso da terra e a possibilidade de produção de grãos, carne, leite e madeira, simultaneamente ou escalonadamente, otimizando os recursos aplicados e gerando maior renda para o produtor.

Viabilidade dos sistemas de ILPF para a região Nordeste do Brasil

A importância da utilização de sistemas integrados na região Nordeste tem ganhado destaque nesses últimos anos, em decorrência de

problemas relacionados a perdas de produtividade dos solos, perdas de produção provenientes de condicionantes climáticas e problemas socioambientais ligados à exploração madeireira, à demanda de produção de alimentos e à adequação à legislação ambiental.

A região Nordeste do Brasil, sobretudo a região semiárida, é um exemplo típico dessa problemática, pois apresenta solos frágeis e de baixa fertilidade, déficit hídrico na maior parte do tempo e grande pressão sobre os recursos vegetais naturais. A exploração desses recursos de forma irracional e intensiva, com foco imediato, tem concorrido para a degradação da vegetação nativa, comprometendo, consequentemente, o frágil equilíbrio ecológico da região (Ribaski, 1992).

Dentro desse contexto, os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta encontram amplas possibilidades de uso e podem dar significativa contribuição para um desenvolvimento social, econômico e ambiental mais harmônico para a região.

Para a expansão e difusão da ILPF, ainda são necessários estudos de espécies e culturas que se enquadrem como alternativas para o consórcio, focando as inter-relações técnicas entre esses indivíduos e seus resultados econômicos, a fim de fornecer opções para os produtores de acordo com as características das sub-regiões, principalmente relativo ao déficit hídrico. Sendo assim, a pesquisa agropecuária, de uma maneira geral, deve ser realizada de forma integrada e inserida na realidade dos sistemas de produção, para que as tecnologias originadas possam ser transferidas para o produtor com maior eficiência e menor espaço de tempo (Balbino et al., 2011c).

Gliricídia como importante componente dos sistemas integrados no Nordeste

Diante das características produtivas e facilidade de manejo da gliricídia [*Gliricidia sepium*

(Jack.) Walp], alguns estudos apresentam resultados e reforçam argumentos que estimulam ainda mais a recomendação do uso dessa leguminosa para compor sistemas integrados, uma vez que mostra-se viável em diferentes condições edafoclimáticas e que possui a capacidade de melhorar as características de solos, sendo uma opção para áreas em processo de degradação.

Estudos que avaliaram a composição química da gliricídia explorada em sistemas de plantio consorciado ou adensado (Tabela 2) (Figuras 1 e 2) constataram que a leguminosa não apresentou diferenças na sua composição entre os diferentes tipos de plantio, reforçando que pode ser utilizada em diferentes sistemas (Souza et al., 2015a). Por outro lado, em condições edafoclimáticas de litoral, Agreste e Sertão (Tabela 3), os estudos mostraram que a composição químico-bromatológica da gliricídia variou de acordo com essas condições, alterando sua composição de acordo, principalmente, com os índices pluviométricos (Souza et al., 2015b). Esses resultados auxiliam no planejamento de implantação quanto ao sistema produtivo e nas práticas de manejo e utilização da gliricídia ao longo do ano, conforme disponibilidade e perspectivas climáticas previstas.



Foto: Samuel Figueiredo de Souza

Figura 1. Gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp] adensada após o corte.

No tocante ao potencial de utilização da gliricídia como ferramenta para recuperação de áreas degradadas, estudos realizados nos estados de Sergipe e Alagoas (Souza et al., 2018) demonstraram que essa leguminosa promove melhoria nas características químicas do solo, tanto em sistemas consorciados, quanto em sistemas adensados de plantio. Observou-se ainda aumento significativo dos teores de matéria orgânica e nitrogênio (Tabela 3), tanto nas áreas adensadas como nas consorciadas; bem como mais concentrações desses elementos nas áreas adensadas do que nas consorciadas (adensada

Tabela 2. Composição químico-bromatológica média de gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp] cultivada em diferentes sistemas de plantio e condições edafoclimáticas.⁽¹⁾

Variável	MS	MM	EE	PB	FDN	FDA
Adensada	22,58	8,48	6,30	21,13	44,62	32,14
Consoiciada	22,40	8,64	5,76	20,89	44,18	28,24
Litoral	21,92	8,85a	5,58	20,92	44,59ab	31,51
Agreste	24,05	7,43b	6,51	20,70	48,29a	30,10
Semiárido	21,51	9,41a	5,99	21,43	40,31b	28,96
EPM	1,636	0,434	0,72	1,615	1,441	1,985
P	0,447	0,018	0,613	0,94	0,007	0,674

⁽¹⁾Matéria seca: MS; Matéria mineral: MM; Proteína bruta: PB; Extrato etéreo: EE; Fibra em detergente neutro: FDN; Fibra em detergente ácido: FDA.

Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem significativamente entre si a 5% de significância. EPM: erro padrão da média; P: probabilidade.

Fonte: Souza et al. (2015a, 2015b).



Figura 2. Gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp] com 90 dias pós-transplante para produção em sistema consorciado com cultivos de girassol (A) e milho (B).

> consorciado > sem gliricídia). Percebeu-se, ainda, aumento dos teores de cálcio e fósforo em ambas as áreas (Tabela 3) com a leguminosa, sem diferenciação entre si (adensada = consorciado > sem gliricídia).

Esses resultados indicam que a gliricídia possui grande capacidade de melhoria das características químicas e, conseqüentemente, da qualidade dos solos, sendo essa ação mais eviden-

te onde houver maior densidade de plantas (Souza et al., 2018). Outra observação foi o aumento da matéria orgânica e do nitrogênio à medida que se aproximava da região litorânea (Litoral > Agreste > Semiárido), indicando que, apesar da capacidade de melhoria dos solos, esse efeito será mais acelerado onde houver maiores índices de pluviosidade, corroborando os dados apresentados por Souza et al. (2015b).

Tabela 3. Concentrações médias dos atributos químicos do solo em matéria orgânica (MO), pH em água, cálcio, magnésio, hidrogênio mais alumínio (H+Al), alumínio, fósforo, potássio, sódio, nitrogênio e capacidade de troca catiônica (CTC), no tratamento testemunha e nos sistemas de plantio adensado e consorciado.

Atributo químico	Testemunha	Adensado	Consorciado	EPM	P
MO (g kg ⁻¹)	8,72 c	20,81 a	12,04 b	3,806	0,036
pH em água	5,290	5,31	5,28	0,153	0,987
Cálcio (cmolc dm ⁻³)	1,65 b	2,30 a	2,03 a	0,595	0,005
Magnésio (cmolc dm ⁻³)	1,13 c	1,53 a	1,31 b	0,387	0,005
H+Al (cmolc dm ⁻³)	1,60 c	2,50 a	2,34 b	0,448	0,003
Alumínio (mmolc dm ⁻³)	0,29	0,29	0,29	0,153	0,072
Fósforo (mg dm ⁻³)	9,21 b	21,890 a	21,48 a	3,022	0,046
Potássio (cmolc dm ⁻³)	0,19	0,23	0,21	0,073	0,002
Sódio (cmolc dm ⁻³)	0,08	0,09	0,08	0,026	0,004
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	0,73 c	1,03 a	0,98 b	0,190	0,036
CTC (cmolc dm ⁻³)	4,66	6,66	5,97	1,529	0,020

Valores seguidos de letras minúsculas distintas na mesma linha diferem significativamente entre si a 5% de significância. EPM: erro padrão da média; P: probabilidade.

Fonte: Souza et al. (2018).

Conforme descrito por Carvalho Filho et al. (1997), a gliricídia apresenta ampla versatilidade quanto às suas aplicações no meio rural, facilitando a sua aceitação por parte dos produtores. Em trabalhos utilizando a gliricídia em sistemas integrados de produção, mediante depoimentos e entrevistas guiadas, produtores que tiveram acesso à leguminosa em suas áreas produtivas, e que foram capacitados a utilizá-la de maneira adequada, consideraram-na como essencial, pois, além de possibilitar a produção de forragens consorciada à produção de alimentos para o consumo humano, essa planta apresenta um notório valor nutricional, fornecimento anual significativo de biomassa, facilidades múltiplas quanto ao manejo e baixo custo de produção (Andrade et al., 2015).

Dentre os principais aspectos positivos citados pelos produtores, destacam-se a elevada adaptabilidade, a tolerância e a versatilidade da planta, sendo responsável por permitir melhor desenvolvimento das culturas em consórcio, decorrente da fixação biológica de nitrogênio e ciclagem de nutrientes, agregando assim maior valorização às áreas de cultivo.

Um sistema de integração pecuária-floresta, desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), demonstra o grande potencial dessa leguminosa consorciada com o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* 'Marandu') na alimentação de bovinos e substituição do nitrogênio mineral na fertilização da pastagem (Figura 3), cultivadas em aleias, com espaçamento de 10 m entre linhas de gliricídia e 1 m entre plantas dentro da linha. Na Tabela 4 são apresentados os resultados de ganho de peso de bovinos em pastagem de capim-marandu consorciado com a gliricídia ou fertilizado com diferentes doses de nitrogênio (Araújo, 2014). Na estação chuvosa, o ganho de peso por hectare obtido pelos animais no tratamento consorciado foi semelhante ao maior ganho obtido nos tratamentos fertilizados com nitrogênio mineral. No entanto, na estação seca, o ganho no sistema consorciado foi mais do que o dobro do mais alto obtido nos tratamentos fertilizados com nitrogênio mineral. Considerando o ganho



Foto: José Henrique de Albuquerque Rangel

Figura 3. Sistema de integração capim-marandu (*Brachiaria brizantha* 'Marandu') e gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp] em Nossa Senhora das Dores, SE.

anual, o ganho no tratamento consorciado superou em 37% o maior ganho dos tratamentos fertilizados com nitrogênio mineral. Dessa forma, considera-se a gliricídia como uma alternativa técnica viável e sustentável dos pontos de vista econômico, ambiental e social, tornando-se uma ferramenta indispensável aos técnicos da pesquisa e/ou da extensão para proposição de arranjos produtivos (Andrade et al., 2015).

Integração lavoura-pecuária- floresta no Sertão

Várias tentativas de consórcios envolvendo espécies arbóreas e culturas agrícolas não tiveram êxito no Sertão, em razão da baixa eficiência produtiva das culturas agrícolas diante das irregularidades climáticas.

A estratégia utilizada para identificar e adaptar sistemas ILPF a essa região foi a instalação e condução de Unidades de Referência Tecnológica (URTs), que servem para teste de modelos e treinamento de multiplicadores de tecnologias. Algumas dessas URTs estão sendo conduzidas em estações experimentais da Embrapa ou de entidades parceiras do projeto, ou em propriedades particulares localizadas nessa região.

Tabela 4. Ganho de peso animal em kg ha⁻¹ em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* 'Marandu'), sob diferentes níveis de fertilização nitrogenada ou em sistema de integração pecuária-floresta (IPF) com gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jack.) Walp], em Nossa Senhora das Dores, SE.

Tratamento (kg ha ⁻¹ ao ano)	Estação das águas		Estação seca		Total/ano	
	Ganho (kg ha ⁻¹)	Ganho (@ ha ⁻¹)	Ganho (kg ha ⁻¹)	Ganho (@ ha ⁻¹)	Ganho (kg ha ⁻¹)	Ganho (@ ha ⁻¹)
0 N	204 ^c	6,8 ^c	86 ^d	2,9 ^d	290 ^d	9,7 ^d
80 N	339 ^b	11,3 ^b	107 ^c	3,6 ^c	446 ^c	14,9 ^c
160 N	388 ^a	12,9 ^a	115 ^c	3,8 ^c	503 ^b	16,7 ^b
240 N	350 ^b	11,7 ^b	147 ^b	4,9 ^b	497 ^b	16,6 ^b
IPF	381 ^a	12,7 ^a	304 ^a	10,2 ^a	685 ^a	22,9 ^a
Média	332	11,1	152	5,1	484	16,2

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey (0,05).

Fonte: Adaptado de Araujo (2014).

As pesquisas com sistemas de integração no Nordeste ainda são recentes, mas já apresentaram resultados bastante satisfatórios. Um dos primeiros modelos de ILPF desenvolvido incorpora a utilização da Caatinga, a qual é parcialmente removida para implantação de palma forrageira e de lavouras temporárias. O uso da Caatinga em sua expressão natural para pastejo por bovinos, ovinos e caprinos é prática muito antiga no Semiárido. Bovinos e ovinos se alimentam do estrato herbáceo nativo durante a estação chuvosa, e os caprinos alimentam-se da copa das árvores. Na estação seca, todos se alimentam de folhas das árvores depositadas no solo.

O manejo racional da vegetação nativa da Caatinga e o desenvolvimento de modelos produtivos que contemplem as espécies nativas representaram um grande avanço para a segurança alimentar e econômica da região. Segundo Voltolini et al. (2010), 70% das espécies da Caatinga fazem parte da dieta dos ruminantes que pastam nesse ambiente. Espécies nativas como maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & Hofman), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pornunça (*Manihot* sp.), mamãozinho-de-veado (*Jacaratia corumbensis* O. Kuntz), postumeira (*Gomphrena elegans* Mart. var. *elegans*), mandacaru sem espi-

nho (*Cereus hildemarianus* K. Schum.), camaratuba [*Cratylia argentea* (Desv.) Kuntze], umbuzeiro (*Spondia tuberosa* Arr. Cam.), mororó (*Bauhinia* sp.) e sabiá (*Mimosa caesalpinifolia* Benth) são utilizadas em sistemas isolados ou em consórcio com outras forrageiras herbáceas e arbóreas. Para complementar a estratégia de desenvolver sistemas ILPF na região mais seca do Nordeste, podem ser utilizadas espécies exóticas como capim-buffel (*Cenchrus* spp.), capim-urocloa [*Urochloa mosambicensis* (Hack.) Daudy], palmas forrageiras [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.; *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick], leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam)], gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.)], algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.], destacadas em estudos realizados por Araújo Filho e Carvalho (2001) e Voltolini et al. (2010).

Algumas experiências exitosas de sistemas ILPF acabaram recebendo nomeações próprias, como: Sistema caatinga, capim-buffel e leguminosa (CBL), Cabrito Ecológico e Sistema Sipro.

O Sistema CBL caracteriza-se pela produção de grandes ou pequenos ruminantes, utilizando a vegetação natural da Caatinga, no período chuvoso, associada à área de capim-buffel, com piquetes de um leque de opções forrageiras, especialmente leguminosas (Voltolini et al., 2010). A leucena foi a primeira leguminosa utilizada no

sistema. A adição de adubação nitrogenada pode estar também associada ao sistema CBL, assim como a palma consorciada com a maniçoba, compondo algumas variações e adaptações.

Caprinos de raças ou ecotipos nativos criados semiextensivamente com pastejo em áreas de Caatinga e capim-buffel, com suplementação nos períodos críticos do ano, usando resíduos agrícolas ou concentrados e coprodutos agroindustriais isentos ou com baixos teores de agroquímicos, caracterizam o sistema denominado Cabrito Ecológico (Voltolini et al., 2010).

O sistema integrado de produção experimental (Sipro) é composto por quatro componentes ou subsistemas: agricultura dependente de chuva, agricultura com irrigação de salvação, pecuária baseada na exploração da Caatinga e produção florestal (Guimarães Filho; Vivallo; Pinare, 1989). Nesse sistema, a produção florestal baseia-se no cultivo do sabiá, leucena e algaroba, sendo introduzido como um componente necessário para o fornecimento de estacas de madeira, lenha e carvão para suprir os requerimentos energéticos da propriedade rural. O componente animal é subdividido em três espécies: bovinos de dupla aptidão, caprinos e animais de trabalho. Além disso, existe o consórcio forrageiro, que é constituído de áreas integradas de palma forrageira com algaroba, leucena e/ou gliricídia. Esse sistema permite a obtenção de um desempenho 141% maior, em termos de quilograma de animais comercializados por matriz exposta por ano, do que o observado no sistema tradicional utilizado no sertão pernambucano, promovendo segurança alimentar, econômica e energética.

Considerações finais

Os sistemas de ILPF possuem aplicabilidade para diferentes condições de clima, solo, topografia, tamanho da propriedade, condição social dos atores que constituem o sistema agropecuários da região Nordeste. No Semiárido, as pesquisas com sistemas de ILPF ainda são recentes, mas já apresentam resultados bastante satisfatórios.

Decorrente disso, a adoção desses sistemas ainda é muito incipiente, ocupando menos de 3% da área de exploração agropecuária do Nordeste. Ampliar a adoção dessa tecnologia é uma estratégia de extrema importância para aumentar a segurança alimentar, econômica e energética da população que habita essa região.

Referências

- ANDRADE, B. M. S.; SOUZA, S. F.; SANTOS, C. M. C.; MEDEIROS, S. S.; MOTA, P. S.; CURADO, F. F. Uso da Gliricídia (*Gliricidia sepium*) para alimentação animal em Sistemas Agropecuários Sustentáveis. **Scientia Plena**, v. 11, n. 4, 2015. Disponível em: <https://scientiaplenu.org.br/sp/article/view/2476/1173>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- ARAUJO, H. R. de. **Potencial de um sistemasilvipastoril com Gliricidia em substituição a fertilização nitrogenada em Capim-Marandu**. 2014. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- ARAUJO FILHO, J. A. de; CARVALHO, F. C. de. Sistema de produção agrossilvipastoril para o Semiárido Nordeste. In: 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, 2001. p. 102-110.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O. de; STONE, L. F. **Marco referencial: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)**. Brasília, DF: Embrapa, 2011b. 130 p.
- BALBINO, L. C.; BROSSARD, M.; LEPRUN, J. C.; BRUAND, A. Mise en valeur des ferralsols de la région du cerrado (Brésil) et évolution de leurs propriétés physiques: une étude bibliographique. **Étude et Gestion des Sols**, v. 9, p. 83-104, 2002. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/52766881.pdf>. Acesso em: 25 Mar. 2021.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTINEZ, G. B. Contribuições dos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) para uma agricultura de baixa emissão de carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 6, p. 1163-1175, 2011c.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. DE; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 1-12, 2011a. DOI: [10.1590/S0100-204X2011001000001](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000001).
- CARVALHO FILHO, O. M.; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. **Gliricidia sepium - leguminosa promissora para regiões semiáridas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 16 p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular técnica, 35).

- DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190 p.
- GUEDES, I. M. R. **Sustentabilidade da agricultura no semiárido brasileiro**. 2007. Disponível em: <http://pedogeo.blogspot.com/2007/04/sustentabilidade-daagricultura-no-semi.html>. Acesso em: 5 fev. 2020.
- GUIMARÃES FILHO, C.; VÍVALO PINARE, A. G. **Desempenho técnico e viabilidade econômica de um sistema de produção alternativo para caprinos no Sertão de Pernambuco**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989. 34 p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de pesquisa, 37).
- IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017>. Acesso em: 25 mar. 2021.
- KARVATTE JÚNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G.; MESQUITA, E. E.; OLIVEIRA, C. C.; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. **International Journal of Biometeorology**, v. 60, p. 1933-1941, May 2016. DOI: [10.1007/s00484-016-1180-5](https://doi.org/10.1007/s00484-016-1180-5).
- KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G.; COSTA, J. A. A.; BALBINO, L. C. Estratégias de recuperação de pastagem por meio da integração lavoura-pecuária-floresta. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PECUÁRIA DE CORTE, 7., 2011, Lavras. **Anais [...]** Lavras: Ed. da Ufla, 2011. p. 315-334.
- RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N.; AMORIM, J. R. A.; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; SOUZA, S. F.; MORAIS, S. A.; AMARAL, A. J.; PIMENTEL, J. C. M.; SA, C. O. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) indicados para a região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 9 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 160).
- RIBASKI, J. Sistemas agrofloretais no semi-árido brasileiro. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2., 1991, Curitiba. **Anais [...]** Colombo: EMBRAPA-CNPF, 1992. v. 1, p. 81-94.
- SILVA, R. A. da; SILVA, J. M. da; MENARIM FILHO, A. O benefício dos sistemas agrofloretais (SAF's) para a agropecuária brasileira. **Revista Meio Ambiente**, n. 18, p. 37-38, 2009.
- SOUZA, S. F.; ANDRADE, B. M. S.; SANTOS, C. M. C.; RANGEL, J. H. A.; MORAIS, J. A. S.; SANTOS, G. R. A.; ALMEIDA, M. R. M. Chemical composition of *Gliricidia sepium* in different cropping systems. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS, 2015, Brasília, DF. **Proceedings [...]** Bangkok: Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institution, 2015a.
- SOUZA, S. F.; ANDRADE, B. M. S.; SANTOS, C. M. C.; RANGEL, J. H. A.; MORAIS, J. A. S.; SANTOS, G. R. A.; ALMEIDA, M. R. M. Chemical composition of *Gliricidia sepium* in different regions of the Sergipe State. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS, 2015, Brasília, DF. **Proceedings [...]** Bangkok: Asia-Pacific Association of Agricultural Research Institution, 2015b.
- SOUZA, S. F.; RANGEL, J. H. A.; MUNIZ, E. N.; FONTES, H. R.; DELFINO, G. O. A.; JESUS, C. W. S.; ANDRADE, B. M. S.; SOUZA, E. Y. B. *Gliricidia* e seu impacto sob as características químicas do solo em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, no Nordeste do Brasil. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 26., Guayaquil, 2018. **Anais [...]** Guayaquil, 2018.
- VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; GUIMARÃES FILHO, C.; SA, C. O. de; NOGUEIRA, D. M.; CAMPECHE, D. F. B.; ARAUJO, G. G. L. de; SA, J. L. de; MOREIRA, J. N.; VESCHI, J. L. A.; SANTOS, R. D. dos; MORAES, S. A. de. Alternativas alimentares e sistemas de produção animal para o Semiárido brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2010. p. 201-242.