

## **6. USO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO INTEGRADOS COMO ESTRATÉGIA SUSTENTÁVEL DE USO DA TERRA NA AMAZÔNIA ORIENTAL**

José Antonio Alves Cutrim Junior<sup>1</sup>, Diana SignorDeon<sup>2</sup>, William de Jesus EriceiraMochel Filho<sup>3</sup>, Luciano Cavalcante Muniz<sup>3</sup>, Joaquim Bezerra Costa<sup>4</sup>, Rosane Claudia Rodrigues<sup>5</sup>, André Mantegazza Camargo<sup>6</sup>

### **Introdução**

O espaço rural do Estado do Maranhão vem sofrendo inúmeras mudanças ao longo das últimas décadas, em especial a região da Amazônia legal Maranhense, principalmente pela inserção de uma agricultura de alta tecnologia e áreas de pastagem para pecuária de corte bovina, provocando impactos econômico positivos na região, a curto e médio prazo, em contrapartida a redução do potencial produtivo da terra a médio e longo prazo.

Ao mesmo tempo a agricultura tradicional de produção de alimentos caracterizado pelo corte do componente vegetal nativo com queima sucessiva, ainda é uma realidade de vanguarda até os dias atuais. Em muitos casos estas áreas são posteriormente convertidas em pastagens para a criação extensiva de bovinos de dupla aptidão.

Mesmo em condições de baixa produtividade na maioria das propriedades, a pecuária apresenta grande atrativo em termos econômicos, especialmente devido a uma cadeia produtiva estruturada e à demanda constante do mercado por produtos da pecuária bovina. Com um rebanho bovino de quase 4,2 milhões de cabeças em 2013, em áreas de pastagens naturais e cultivadas que somam aproximadamente 7,2 milhões de hectares (Valentim e Andrade, 2009;

---

<sup>1</sup>IFMA, CAMPUS SÃO LUIS-MARACANÃ. E-mail: cutrimjunior@ifma.edu.br

<sup>2</sup>EMBRAPA SEMIÁRIDO. E-mail: diana.signor@embrapa.br

<sup>3</sup>CCA/UEMA. E-mail: william.mochel@gmail.com;luciano-muniz@uol.com.br

<sup>4</sup>EMBRAPA COCAIS. E-mail: joaquim.costa@embrapa.br

<sup>5</sup>CCAA/UFMA. E-mail: rosanerodrig@gmail.com

<sup>6</sup>IFMA, CAMPUS CODÓ. E-mail: andrenc@ifma.edu.br

IBGE, 2014), a pecuária tem sido um dos principais focos do debate sobre o desenvolvimento sustentável na região. Apesar da abrangência do setor, a pecuária bovina ainda é predominantemente extensiva e com baixo nível tecnológico na Amazônia Maranhense, fato que ressalta o desmatamento como um dos principais problemas ambientais citados pela expansão das pastagens e agricultura na Amazônia Brasileira.

Os impactos ambientais e socioeconômicos, causados pela substituição de extensas áreas de florestas por pastagens, têm sido objeto de constante preocupação por parte da comunidade mundial. Por isso, o fomento às atividades econômicas sustentáveis e a geração de soluções tecnológicas que viabilizem a produção pecuária em áreas já alteradas da Amazônia Maranhense, priorizando sistemas ambientalmente recomendáveis, socialmente justos e economicamente rentáveis, são de fundamental importância. Nesse contexto, a utilização de sistemas integrados de produção pode representar uma alternativa atraente para maximizar o uso da terra, com sustentabilidade (CASTRO, et al., 2008).

### **Caracterização do ambiente produtivo**

Localizado no chamado Trópico Úmido, o Estado do Maranhão apresenta basicamente dois grandes biomas, Amazônia e Cerrado, mas estudos apontam características de região de Caatinga na região do extremo leste do estado. O Bioma Amazônia recobre 34,78% do Estado, sendo que o Cerrado ocupa os 64,09%. Diferentemente do Bioma Amazônia, há a região do Estado denominada Amazônia Legal, delimitada por uma linha imaginária no meridiano a 44°00'00"W. Nessa região estão localizada parte dos dois biomas do Estado (Tabela 1; QUARTAROLI et al. 2008).

Tais peculiaridades do Estado, apresentar áreas de Cerrado dentro da Amazônia Legal, traz normas diferenciadas para o uso da terra. Dentro da Amazônia Legal em áreas do Bioma Amazônia, apenas 20,0% da área ocupada pode ser explorada, o restante deve fazer parte do plano de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, quando o caso, da propriedade. Dentro da Amazônia Legal, em área do Bioma Cerrado, o uso da terra tem um limite máximo de 70,0%. Fora da Amazônia Legal, o uso da terra dar-se em

80,0% da área da propriedade (Figura 1). Tais limites obrigam o produtor rural a traçar estratégias que visem maximizar o uso do espaço agrícola ou mesmo o uso de áreas de Reserva de forma sustentável.

Tabela 1 - Áreas Totais (em km<sup>2</sup> e percentagem-dentro dos parêntesis) do Estado do Maranhão nos diferentes biomas, dentro e fora da Amazônia Legal

Áreas totais	No Bioma	No Bioma	No Bioma	Área Total
	Amazônia	Caatinga	Cerrado	
Na Amazônia Legal	113.816,79 (34,29%)	0,00 (0,00%)	150.326,12 (45,29%)	264.142,91 (79,58%)
Fora da Amazônia Legal	1.611,79 (0,49%)	3.752,22 (1,13%)	62.400,85 (18,80%)	67.764,86 (20,42%)
No Estado	115.428,58 (34,78%)	3.752,22 (1,13%)	212.726,98 (64,09%)	331.907,78 (100%)

Fonte: Adaptado de Quartaroli et al. (2008)

Dos 217 municípios do Estado 173 fazem parte da região apresentando 28,4% das terras com aptidão agrícola do grupo 02, ou seja, aptidão regular para o uso com lavouras com uso de regular a restrita para máquinas, implementos corretivos e adubos. Há também uma expressiva quantidade de terras com aptidão agrícola do grupo 04, com 24,74%. Tal grupo compreende terras que não possuem aptidão para lavouras, mas sim para pastagens e outras formas de uso menos intensivas (QUARTAROLI et al., 2008).

Em 2010 13,33% e 42,93% de áreas da Amazônia Legal Maranhense eram ocupadas com Floresta e Não Floresta, respectivamente (Tabela 2). O desflorestamento apresentava apenas 0,27% e áreas ocupadas por Agricultura anual, caracterizada por extensas culturas de ciclo anual, sobretudo grãos, com emprego de padrões tecnológicos elevados, tais como uso de sementes certificadas, insumos, defensivos e mecanização, entre outros, alcançava apenas 0,14% do território (INPE, 2013).

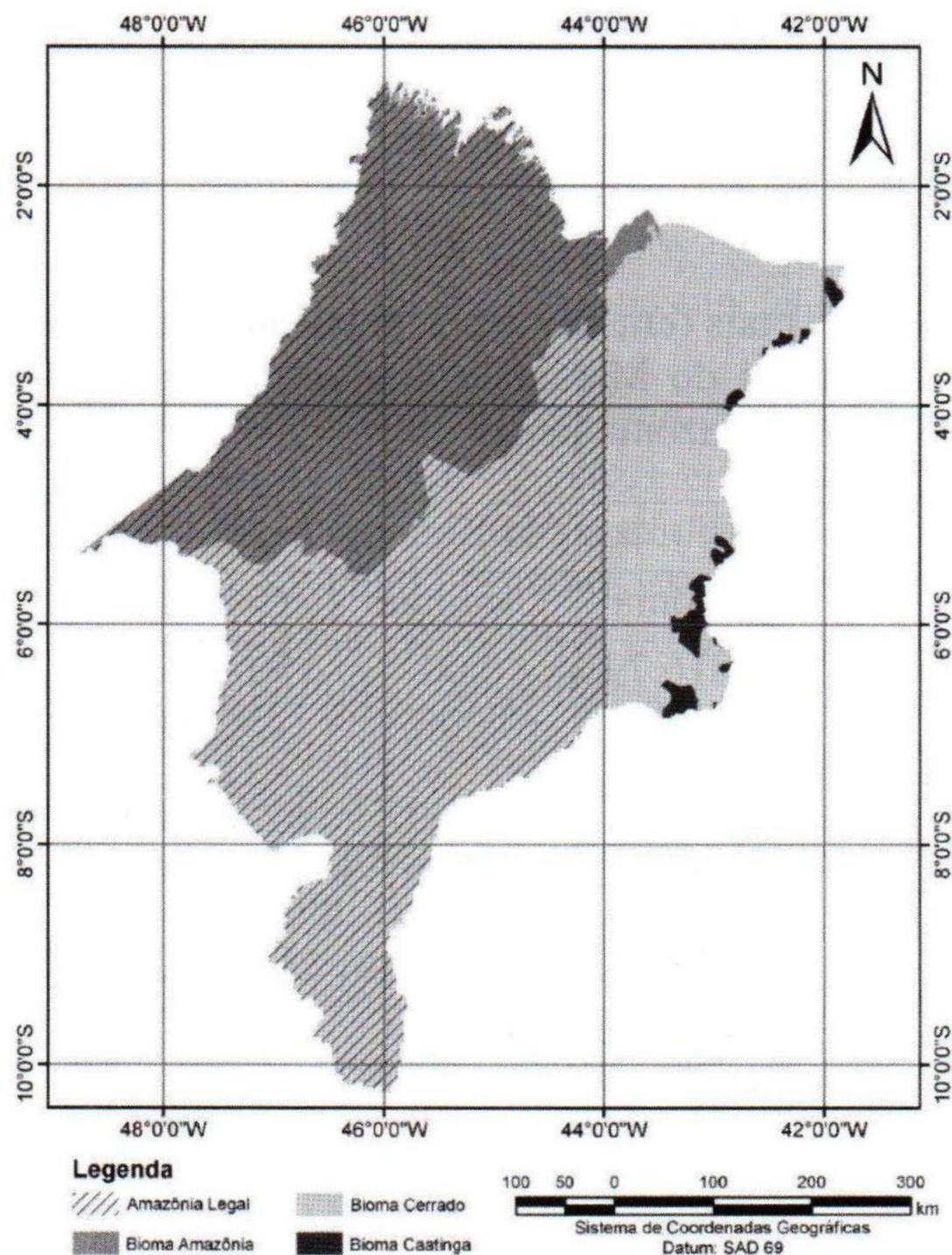


Figura 1. Localização dos biomas e da Amazônia Legal no Estado do Maranhão

(Fonte: Quartaroliet al., 2008)

Mosaico de ocupação são áreas que apresentam diversas modalidades de uso da terra, onde caracterizam-se principalmente pela ocupação da agricultura familiar, realizando atividades conjugadas ao subsistema de pastagem para criação tradicional de bovinos e agricultura, ocupavam 1,77% das áreas da região. A Vegetação secundária, caracterizada por áreas em processo de regeneração da vegetação arbustiva e/ou arbórea após supressão da floresta ou que foram utilizadas para a prática de silvicultura e agricultura permanente com espécies nativas ou exóticas, ocupava 7,45% do território. Apenas 0,53% do território da Amazônia Legal Maranhense

encontravam-se em processo de Reflorestamento, área inferior a soma das áreas utilizadas para agricultura anual e áreas de pastagem (INPE, 2013).

Tabela 2. Uso e cobertura das terras da Amazônia Legal Maranhense em 2008 e 2010

Classes de Uso e Cobertura	Anos				Variação	
	2008		2010		km <sup>2</sup>	%
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%		
Floresta	36037,62	14,38	34976,62	13,33	-1061	-1,047
Não floresta	112616,8	44,94	112614,3	42,93	-2,48	-2,00872
Desflorestamento	1153,77	0,46	697,07	0,27	-456,7	-0,19469
Agricultura Anual	225,45	0,09	378,47	0,14	153,02	0,054319
Mosaico de ocupações	4534,83	1,81	4655,32	1,77	120,49	-0,03491
Pasto com solo exposto	65,1	0,03	57,8	0,02	-0,73	-0,00039
Pasto limpo	31132,49	12,42	27914,15	10,64	-3218,34	-1,78203
Pasto sujo	7057,97	2,82	15543,44	5,93	8485,47	3,109234
Regeneração com pasto	8780,75	3,50	16096,38	6,14	7315,63	2,632521
Reflorestamento	-	-	1397,04	0,53	-	-
Vegetação secundária	21534,83	8,59	19541,26	7,45	-1993,57	-1,14397
Total da região	250578,8		262296,67		-	

Fonte: Adaptado de INPE (2011) e INPE (2013).

As áreas ocupadas por pastagem nos diferentes estágios de degradação ocupavam 22,73% do território da Amazônia Legal Maranhense. Desse total 10,64% são áreas de pastagem em processo produtivo com 90 a 100% de cobertura do solo por gramíneas. Tais áreas têm grande concentração da pecuária de corte bovina, localizada principalmente na Região Tocantina e parte do Cerrado localizado dentro da Amazônia Legal. Considerando como áreas de início de processo de degradação, com cobertura do solo por gramíneas entre 50 a 80%, associado a vegetação arbustiva esparsa com cobertura entre 20 a 50% do solo, as áreas de pasto sujo ocupavam 5,93%. Áreas denominadas de Regeneração com pasto, definidas como áreas com início da do processo de regeneração da vegetação nativa, com predomínio de espécies arbustivas e arbóreas após o uso como áreas de pastagem cultivada, conhecidas na região como “Áreas de

Capoeira”, ocupavam 6,14% do território da região. O estágio final do processo de degradação da pastagem, caracterizado pela exposição do solo acima de 50%, apresentava apenas 0,02% (INPE, 2013).

O modelo produtivo integrado mais marcadamente utilizado na região é definido como um Sistema Integrado com componente arbóreo Nativo, sendo tal componente arbóreo a palmeira de Babaçú (*Attalea speciosa* Mart) associado principalmente com gramíneas do gênero *Brachiaria sp* (Gazzola, 2012). É possível encontrarmos ainda a associação de fruteiras nativas (principalmente o bacuri, *Platoniainsignis* Mart.) ou Angelim (*Dimorphandra sp.*) com capim-quicuío (*Brachiaria humidicola*) ou com pastagens nativas na Baixada Maranhense (GAZOLLA, 2004).

Há ainda sistemas integrados no ambiente de Cerrado da Amazônia Legal, que predominam o uso alternado da soja com milho e pastagem cultivada para engorda de bovinos na entressafra da lavoura, utilizando principalmente a gramínea *Brachiaria ruziziensis*, devido a sua elevada produtividade na região e facilidade de dessecação para continuidade da rotação da área. Tais sistemas vêm contribuindo com a manutenção e incremento produtivo, devido ao incremento de raízes, que melhoram as características físicas do solo, favorecendo maior umidade do mesmo, maximizado pelo aumento na matéria orgânica, oriundo da palhada do resíduo das culturas e do pasto cultivado.

### **Impactos dos sistemas de produção integrados sobre o solo**

A Amazônia brasileira representa aproximadamente 40% das florestas tropicais remanescentes do mundo (Malhi et al., 2009; Peres et al., 2010) e, embora as taxas de desmatamento tenham diminuído nos últimos anos, a retirada da floresta representa um grande impacto ambiental, favorecendo a erosão e reduzindo a capacidade de retenção de água no solo, alterando o potencial produtivo das terras, o ciclo da água, o balanço de energia e o clima na Terra e provocando emissões de gases-traço química ou radiativamente ativos (Houghton, 1990). O desmatamento na Amazônia concentra-se ao longo do “arco do desmatamento”, que compreende a área ao sul e leste da Amazônia, abrangendo municípios do sudeste do Acre, de Rondônia, do norte de

Mato Grosso e de Tocantins, sul e leste do Pará e do Maranhão (FERREIRA et al., 2005; FASIABEN et al., 2009).

O processo de desmatamento na região está associado à agricultura familiar e à introdução de pastagens para a criação extensiva de gado (Ferreira et al., 2005), que é a atividade econômica de maior importância na região (Riviero et al., 2009). Recentemente, tem se observado a conversão de áreas de pastagem para agricultura mecanizada (FERREIRA et al., 2005).

Assim, em função do desmatamento, o equilíbrio dinâmico entre as taxas de adição e decomposição de material orgânico ao solo, que ocorria nas áreas sob vegetação nativa, é alterado e ocorrem grandes perdas de C, na forma de CO<sub>2</sub>, para a atmosfera. Durante o desmatamento, a oxidação do C a CO<sub>2</sub> pode ocorrer de forma rápida, em função das queimadas, ou mais lentamente, pela decomposição gradual dos resíduos vegetais e do C armazenado no solo (HOUGHTON, 1990).

A matéria orgânica é a principal forma de armazenamento de C no solo (Brady e Weil, 2013), sendo fonte de nutrientes para as culturas e de C e energia aos microrganismos heterotróficos, além de influenciar atributos químicos, físicos e biológicos dos solos, a retenção de compostos orgânicos não iônicos e de pesticidas e a emissão de gases causadores do efeito estufa para a atmosfera (Batjes e Sombroek, 1997; Bayer e Mielniczuk, 2008). Além disso, a matéria orgânica é importante indicador da mudança de uso da terra, ou seja, alterações de uso e manejo causam alterações imediatas no conteúdo de C orgânico do solo, enquanto outros atributos levam um tempo maior para serem alterados.

### ***Alterações no solo em função de mudanças de uso da terra***

Muitos trabalhos têm avaliado características físicas e químicas do solo e os estoques de C em várias condições de uso da terra na região Amazônica.

De forma geral, pode-se dizer que a conversão de vegetação nativa para pastagem ou agricultura contribui para o aumento da densidade e para a redução nos teores de C no solo (Frazão et al., 2008). Todavia, o incremento ou a manutenção da matéria orgânica do

solo em níveis similares aos de áreas sob vegetação nativa pode ser atingido com a adoção de sistemas de manejo que garantam aporte elevado de resíduos ao solo (Frazão et al., 2010). Na Tabela 3 são apresentados alguns dados relativos ao trabalho de Frazão et al. (2008), os quais mostram que a capacidade de troca de cátions (CTC) é reduzida com a conversão de áreas nativas para outros usos, enquanto a saturação por bases é incrementada nas áreas de agricultura devido à calagem e à adubação frequentes. Frazão et al. (2008) associam a similaridade nos valores de CTC nas áreas de plantio direto e convencional ao fato do solo ser arenoso, onde é necessário um tempo maior de implantação do sistema conservacionista (em comparação a solos argilosos) para que os teores de matéria orgânica e de CTC do solo sejam elevados.

Carvalho et al. (2009), em trabalho conduzido no sul do estado de Rondônia, também observaram resultados semelhantes, com redução da acidez ativa e da acidez potencial em solos agrícolas (em comparação à área nativa), o que pode ser atribuído ao uso de calcário nas áreas cultivadas (Tabela 4). Esses autores observaram ainda que, nas áreas sob plantio direto onde há maior quantidade de C no solo, a CTC é maior que nas áreas sob plantio convencional, evidenciando o efeito da matéria orgânica na geração de cargas no solo. O maior teor de C no solo sob plantio direto proporciona também maiores estoques de C em comparação às áreas de vegetação nativa e de plantio convencional, sendo que a conversão de plantio convencional para plantio direto, proporcionou acúmulo de C de  $0,38 \text{ Mg de C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (CARVALHO et al., 2009).

Com relação às pastagens na região, aquelas implantadas em áreas bem manejadas e localizadas em solos férteis promovem o acúmulo de C no solo (Maia et al., 2009; Tabela 5), enquanto em solos de baixa fertilidade há perdas de C em intensidades que dependem do nível de degradação da pastagem (Carvalho et al., 2010). Além disso, em alguns casos a conversão de floresta para pastagem pode levar também à melhoria da qualidade da matéria orgânica do solo, conforme demonstrado por Maia et al. (2009), para solos do estado de Rondônia, e por Deon (2013), para solos do estado do Maranhão.

Tabela 3. Atributos do solo em diferentes usos da terra em Neossolo Quartzarênico na Amazônia Legal, em Mato Grosso

Camada (cm)	Cerrado	PC1	PC2	PC3	PC4	Pastagem	PD
Teor de C (g kg <sup>-1</sup> )							
0-5	6,74a	6,35ab	4,66c	7,40a	7,50a	4,52c	4,82bc
5-10	4,39cd	6,79abc	4,80bcd	7,07ab	7,35a	4,02d	5,15abcd
10-20	3,58cd	5,59ab	4,40cd	5,57abc	6,43a	3,40d	4,29bcd
20-30	3,03b	3,24b	2,93b	4,71a	5,51a	2,74b	3,31b
Teor de N (g kg <sup>-1</sup> )							
0-5	0,39b	0,40ab	0,36b	0,50a	0,46ab	0,38b	0,40ab
5-10	0,33b	0,42ab	0,33b	0,48a	0,46a	0,35b	0,40ab
10-20	0,23c	0,34ab	0,30bc	0,38ab	0,40a	0,24c	0,32abc
20-30	0,20c	0,22c	0,22c	0,30ab	0,36a	0,20c	0,24bc
Relação C:N							
0-5	16,54a	16,28a	13,49bc	15,11ab	15,49a	12,36c	12,15c
5-10	13,86ab	15,95a	14,03ab	15,46a	15,62a	12,46ab	10,71b
10-20	14,60ab	16,25a	14,81ab	15,64a	15,93a	12,92b	13,66ab
20-30	13,48bc	13,54bc	12,68c	15,34ab	15,72a	12,27c	13,26c
pH em água							
0-5	5,73b	6,50a	6,76a	6,46a	6,33a	6,46a	6,77a
5-10	6,29c	6,46bc	6,83a	6,53abc	6,19c	6,50abc	6,73ab
10-20	6,45ab	6,49ab	6,74a	6,49ab	6,29b	6,53ab	6,69a
20-30	6,54ab	6,54ab	6,75a	6,14bc	6,11c	6,42abc	6,58a
Al <sup>3+</sup> (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							
0-5	12,18a	4,44b	0,50c	0,46c	0,54c	4,38b	0,50c
5-10	9,88a	4,88b	0,52c	0,48c	0,86c	3,72bc	0,50c
10-20	6,46a	5,82ab	1,64cd	0,70d	3,20c	3,48bc	0,76d
20-30	5,70a	5,48a	2,68bc	3,22abc	4,22ab	2,78bc	0,86c
Capacidade de troca de cátions (mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )							
0-5	46,58a	44,98a	37,40ab	40,38ab	40,02ab	28,70b	37,40ab
5-10	40,12ab	45,82a	36,70ab	39,56ab	41,46ab	27,04b	37,48ab
10-20	26,60ab	38,24a	33,62ab	33,74ab	34,72ab	24,64b	34,32ab
20-30	23,20b	26,62ab	26,38ab	28,90ab	32,50a	22,12b	28,14ab
Saturação por bases (%)							
0-5	5,32d	26,00c	61,39a	60,78a	47,16b	13,65cd	61,95a
5-10	6,07d	24,11c	61,46a	60,65a	42,37b	9,68d	61,63a
10-20	8,29b	16,88b	51,80a	45,41a	25,30b	10,73b	53,77a
20-30	9,50b	12,73b	32,90a	20,20ab	14,29ab	9,61b	27,32ab
Densidade (g cm <sup>-3</sup> )							
0-30	1,36	1,42	1,47	1,45	1,45	1,52	1,49

PC1: Plantio Convencional (1 ano soja); PC2: Plantio Convencional (1 ano arroz + 3 anos soja); PC3: Plantio Convencional (1 ano arroz + 3 anos soja e sorgo); PC4: Plantio Convencional (1 ano arroz + 3 anos soja e milho); Pastagem: Pastagem (1 ano arroz + 22 anos pastagem *Brachiaria decumbens*); PD: Plantio direto (1 ano arroz + 13 anos pastagem + 5 anos plantio direto soja e milho). Para cada atributo, médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Adaptado de Frazão et al. (2008)

Tabela 4. Atributos do solo em diferentes usos da terra em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, na Amazônia Legal, em Rondônia

Camada (cm)	Cerradão	PC1	PC2	PD1	PD2	PD3
pH (CaCl <sub>2</sub> )						
0-5	3,7 C	4,5 B	4,5 B	4,7 B	5,4 A	5,7 A
5-10	3,8 C	4,5 B	4,5 B	4,7 B	5,0 AB	5,4 A
10-20	3,9 C	4,5 B	4,5 BC	4,6 B	4,7 AB	5,2 A
20-30	4,0 C	4,3 BC	4,3 BC	4,3 BC	4,6 AB	4,8 A
H <sup>+</sup> Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0-5	10,0 A	4,4 BC	4,9 B	4,6 B	3,3 BC	2,3 C
5-10	7,4 A	4,1 BC	5,6 AB	5,0 BC	4,1 BC	3,1 C
10-20	5,3 A	4,0 B	4,2 AB	4,5 AB	4,2 AB	3,7 B
20-30	5,2 A	3,9 B	4,6 AB	4,3 AB	4,2 AB	3,3 B
Carbono orgânico total (g kg <sup>-1</sup> )						
0-5	38,9 A	25,3 B	32,8 AB	35,1 A	32,0 AB	35,7 A
5-10	25,3 AB	22,1 B	29,8 B	32,3 A	29,1 AB	29,3 AB
10-20	19,4 A	20,1 A	22,7 A	23,7 A	19,6 A	25,4 A
20-30	14,2 A	14,1 A	13,2 A	14,3 A	13,0 A	15,0 A
Capacidade de troca de cátions (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )						
0-5	10,3 A	6,8 B	6,7 B	8,1 AB	8,7 AB	11,2 A
5-10	7,7 AB	5,8 B	7,1 AB	7,8 AB	7,9 AB	9,8 A
10-20	5,5 AB	4,8 B	5,0 B	6,2 AB	5,5 AB	7,4 A
20-30	5,5 A	4,2 A	5,0 A	4,8 A	5,2 A	5,3 A
Saturação por bases(%)						
0-5	2,4 D	30,8 C	26,4 C	42,2 BC	61,2 AB	78,0 A
5-10	3,6 D	30,0 BC	21,4 CD	36,2 BC	47,2 AB	65,0 A
10-20	4,2 C	17,2 BC	16,2 BC	26,8 B	24,0 B	46,2 A
20-30	4,4 B	6,2 B	7,2 B	11,6 B	18,2 AB	34,4 A

Cerradão: vegetação nativa de transição entre a floresta Amazônica e o Cerrado, tomada como área de referência; PC1: Plantio Convencional (1 ano arroz); PC2: Plantio Convencional (2 anos arroz); PD1: Plantio Direto (1 ano soja); PD2: Plantio Direto (2 anos soja); PD3 Plantio Direto (3 anos soja). Para cada atributo, médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2007)

Tabela 5. Taxas de sequestro de carbono em função de diferentes manejos em pastagens cultivadas nos estados de Rondônia e Mato Grosso

Tipo de solo	C referência (0-30 cm) Mg ha <sup>-1</sup>	Condição da pastagem		
		Degradada	Nominal*	Melhorada
		Mg C ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>		
Latossolos	64,1	-0,28	-0,03	0,61
Outros solos	60,5	-0,27	0,72	-

\*Pastagens não degradadas e manejadas, mas sem práticas de manejo e melhorias significativas.  
Fonte: Maia et al. (2009)

### *Os Sistemas Silvopastoris sobre o solo*

A produção de bovinos de corte no Brasil é realizada principalmente de forma extensiva, em pastagens naturais ou cultivadas que, em sua maior parte, encontram-se em algum nível de degradação em função do manejo animal inadequado e da ausência de adubação de manutenção (Macedo, 2009). Estima-se que 80% da área de pastagens no Brasil Central encontra-se em algum nível de degradação e, nestas áreas, a produção animal pode ser até seis vezes inferior à observada em pastagens bem conservadas (Macedo et al., 2000). Nesse sentido, os sistemas silvipastoris podem ser uma alternativa para superar a degradação das pastagens, pois contribuem para melhorar a capacidade produtiva dos animais (fertilidade, ganho de peso e produção de leite) e das pastagens, melhorar a fertilidade e a conservação do solo, minimizar o estresse climático sobre os animais, aumentar a rentabilidade por área e agregar valor à propriedade (OLIVEIRA et al., 2003; DUTRA et al., 2004).

O sistema silvipastoril é caracterizado pela integração de árvores ou arbustos, pastagens e animais a fim de auferir produtos ou serviços desses três componentes (Dias-Filho, 2006). Ainda de acordo com este autor, nestes sistemas, o componente florestal, com sistema radicular mais profundo que o das forrageiras, promove a translocação de nutrientes e água das camadas inferiores para camadas mais próximas à superfície, favorecendo o desenvolvimento das forrageiras. Além disso, o aporte e a decomposição de resíduos animais e vegetais

aumentam a ciclagem de nutrientes. Esses sistemas podem ainda promover a integração de áreas rurais, considerando a participação das comunidades locais na procura de soluções comuns e negociadas para o desenvolvimento sustentável, assegurando acesso e uso racional dos recursos naturais (Costa et al. 2002). Contudo, na perspectiva do produtor rural, os benefícios ambientais atribuídos ao sistema silvipastoril, como o aumento da biodiversidade, a conservação ambiental e o sequestro de C, têm importância marginal, enquanto a baixa lucratividade e o alto investimento iniciais representam as principais barreiras à adoção deste sistema (DIAS-FILHO, 2006; DIAS-FILHO e FERREIRA, 2007).

No estado do Maranhão, os sistemas silvipastoris tendo o babaçu como componente arbóreo têm sido objeto de relato há mais de trinta anos e estão associados à maior retenção de umidade no solo e à maior produtividade das pastagens em comparação com as áreas sem a palmeira (May et al., 1985; Gazzola, 2012). Nesses sistemas, as forrageiras são plantadas em meio ao babaçu nativo, cuja densidade média varia de 50 a 100 indivíduos por hectare (Rodrigues et al., 2015). Ainda segundo May et al. (1985), os animais criados em pastagens consorciadas com babaçu atingem peso maior em um período de tempo menor em comparação aos animais de pastagens solteiras. Contudo, a produtividade das pastagens é reduzida em função da presença de palmeiras jovens na área, o que leva os pecuaristas a reduzirem a população tanto das palmeiras juvenis, como das palmeiras adultas (MAY et al., 1985).

A presença de palmeiras de babaçu em pastagem de *Brachiaria brizantha* está associada a maiores teores de P disponível, de C orgânico e de C e N imobilizados na biomassa microbiana do solo em comparação a pastagens solteiras (Tabela 6), características que refletem a maior adição de *litter* e a ciclagem de nutrientes em função da decomposição do material orgânico proveniente da palmeira (RODRIGUES et al., 2015).

Adicionalmente, plantas de babaçu adultas, apesar de ocuparem uma área relativamente pequena, são responsáveis pela interceptação de grande quantidade de água da chuva nas folhas, a qual se enriquece em nutrientes à medida em que escorre pela planta, o que torna essa espécie um importante regulador do ciclo biogeoquímico de vários elementos (Germer et al., 2012). Por isso, as

áreas próximas às plantas de babaçu são consideradas *hotspots*, microsítios onde a disponibilidade de nutrientes é maior que nas áreas mais distantes das palmeiras (Germer et al., 2012), o que, provavelmente, é um dos fatores que explica a melhor produtividade das forrageiras nos sistemas silvipastoris com babaçu e, conseqüentemente, relaciona-se também com a melhoria na produtividade animal (Rodrigues et al., 2015). Ainda nesse sentido, mesmo em altas densidades, o porte elevado das plantas de babaçu não causa um sombreamento elevado da pastagem a ponto de prejudicar seu desenvolvimento, embora esteja associado a maiores teores de umidade do solo e à maior produção de matéria seca de forragem (GAZOLLA, 2012).

Tabela 6. Atributos químicos e biológicos de solo em sistema silvipastoril com diferentes densidades de babaçu (média de estação seca e chuvosa)

Uso	pH	Ca	C	P	K	C	N
		cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>			microbiano mg kg <sup>-1</sup>	microbiano
Babaçu 160 plantas/ha	6,2	3,7	8,9	12,2	77,5	95	13,7
Babaçu 130 plantas/ha	6,2	3,5	9,4	10,3	88,5	66,5	9,8
Babaçu 80 plantas/ha	6,2	3,4	7	9,9	78,5	54	5,7
Apenas gramínea	6	3,7	50,2	10	83,5	25	2,5

Fonte: Adaptado de Rodrigues et al. (2015).

### Dinâmica da produção de forragem em sistemas integrados

Nos sistemas de produção integrados, há de se levar em consideração que modificações no sistema de produção e manejo da pastagem e do pastejo ocorrerão em função das modificações impostas pelos componentes agora presentes. Provavelmente, a redução da luminosidade disponível para as pastagens, em função da competição com os componentes agrícolas e florestais, seja o fator mais importante a ser levado em conta. Essa redução irá influenciar

diretamente na morfofisiologia e no valor nutritivo da gramínea, dependendo tanto da espécie forrageira considerada, como do nível de sombreamento imposto pelas associadas.

Avaliando um sistema silvipastoril mantido sob pastejo intermitente por bovinos em pasto de Capim-marandú sob diferentes densidades (10, 20, 30, 40, 50 e 60 palmeiras/ha) de palmeiras de babaçu (*Attalea speciosa* Mart), Gazolla (2012) observou que a maior densidade, 60 palmeiras/ha, proporcionou uma área sombreada de 2535 m<sup>2</sup>, correspondendo a 25,35%. Segundo o autor, as palmeiras eram adultas, com idade entre 25 e 30 anos, com altura média de 17,16 m, permitindo uma distância mínima de 12 m entre a base da copa e o topo do dossel forrageiro. Essa distância entre a base da copa e o topo do dossel permitia um rápido deslocamento da sombra da copa sobre o pasto, assim, a sombra produzida não permaneceu no mesmo local por um período de tempo que causasse redução significativa na quantidade e qualidade da luminosidade que chegava ao topo do dossel. Assim, segundo Gazolla (2012), pode-se afirmar que dentro das condições estudadas a arquitetura do babaçu, com copa em forma de pirâmide invertida em função do ângulo de inserção das folhas de aproximadamente 45°, permite que a luz direta e difusa atinja o pasto sem trazer prejuízo ao mesmo.

Santos (2012), avaliando a Massa Seca de Forragem (MSF) de oito forrageiras, sendo sete gramíneas (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Brachiaria brizantha* cv. Arapoti, *Brachiaria brizantha* cv. Piatã, *Brachiaria* "B6", *Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai, *Panicum maximum* cv. Tanzânia, *Panicum* "PM 45") e uma leguminosa (*Stylo santhes guianensis* cv. Bela) em área estabelecida sob sombreamento de eucalipto ou pleno sol, observou interação entre Forrageira x Sombreamento (Tabela 7). Houve redução em porcentagem de 55,45% até 77,35% de ambientes a pleno sol para ambientes sombreados, o que impossibilita qualificar alguma forrageira como ideal a ser utilizada nesse sistema. Segundo a autora, a menor incidência de luminosidade e uma possível competição entre as árvores e as forrageiras podem ter contribuído para esses resultados.

Em Sistemas Silvopastoris com *Brachiaria decumbens*, Paciullo et al. (2011), avaliaram a biomassa da parte aérea, raízes e total e a relação da biomassa do pasto e a Radiação

Fotossinteticamente Ativa (RFA), submetido a três ambientes de radiação e observaram um aumento de 45% na relação da Biomassa total/RFA e de 71% quando considerado apenas a biomassa da parte aérea (Tabela 8). Tais valores sugerem um mecanismo de plasticidade da gramínea quando submetida ao sombreamento.

Tabela 7. Massa seca de forragem (kg.ha<sup>-1</sup>) acumulada nos três cortes de avaliação (02/03/2011, 18/04/2011 e 01/12/2011) (média  $\pm$  erro padrão)

Tratamento	Pleno sol		Sombreado		Efeito da sombra	Redução (%)
Piatã	14222 $\pm$ 1054	a	4844 $\pm$ 668	a	**	65,94
Massai	12938 $\pm$ 598	ab	4483 $\pm$ 1119	a	**	65,35
B6	12388 $\pm$ 872	ab	4395 $\pm$ 660	a	**	64,52
Arapoti	11661 $\pm$ 626	abc	3636 $\pm$ 287	a	**	68,82
Tanzânia	10533 $\pm$ 615	bc	4692 $\pm$ 579	a	**	55,45
PM45	10098 $\pm$ 580	bc	4340 $\pm$ 483	a	**	57,02
Marandú	9948 $\pm$ 512	bc	4057 $\pm$ 590	a	**	59,21
Est. Bela	8623 $\pm$ 308	c	1953 $\pm$ 292	a	**	77,35
Média	11301 $\pm$ 646	a	4050 $\pm$ 585	b	**	64,21

Fonte: Santos (2012) Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. \*\* Significância a 1 %.

Um componente importante da produção de forragem em pastagens, fortemente influenciado pelos níveis de radiação, é o perfilhamento. Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento (Fernández et al., 2002; Paciullo et al., 2007). Para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições de sombreamento, a planta prioriza o crescimento dos perfilhos existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos.

Tabela 8. Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), massas de parte aérea e raiz de *Brachiaria decumbens* (kg/ha) e relações massa/RFA, conforme a intensidade da RFA

Características	RFA incidente no sub-bosque de <i>Brachiaria decumbens</i> (%)		
	100	79	45
RFA ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	1389	1111	623
Massa da parte aérea	2306	2591	1778
Massa da raiz	3071	1963	1684
Massa total	5377	4554	3462
	Relações Massa/RFA		
Parte aérea	1,66	2,33	2,85
Raiz	2,21	1,77	2,70
Total	3,87	4,09	5,55

Fonte: Paciullo et al. (2011)

Lima (2015) avaliou o efeito do sombreamento, provocado por diferentes densidades de palmeira de babaçu (monocultura, com ausência da palmeira de babaçu; 80; 131 e 160 palmeiras/ha) na Amazônia Legal Maranhense, sobre a densidade populacional de perfilhos do capim-marandú (*Brachiaria brizantha* cv Marandú) durante o período chuvoso (Fevereiro a Maio) e período seco (Agosto a Novembro). As maiores densidades foram observadas durante o período chuvoso em relação ao período seco do ano, independente da densidade de palmeiras de babaçu. Durante o período seco, não houve mudança no padrão de perfilhamento entre as densidades, diferentemente do período chuvoso onde a densidade de 131 palmeiras/ha, apresentaram valores maiores, com 45,6 perfilhos/ $\text{m}^2$ , que em ambiente sem palmeira, com 32,67 perfilhos/ $\text{m}^2$ . O autor sugere que a arquitetura e disposição natural da palmeira em tal condição, promoviam luminosidade suficiente no sub-bosque, suficiente a garantir o maior perfilhamento, associado ao microclima de maior umidade que tal ambiente por ventura tenha garantido que garantisse a perenidade da pastagem ao longo do tempo (Tabela 9).

Tabela 9. Densidade populacional de perfilhos vivos (perfilho/m<sup>2</sup>) de capim-Marandu em sistemas silvipastoris compostos por capim-Marandu e palmeiras de babaçu e monocultura

Densidade de palmeiras/ha	Períodos		CV (%)
	Chuvoso	Seco	
0	32,67Ab	21,33Ba	25,53
80	45,50Aa	29,25Ba	
131	45,60Aa	27,83Ba	
160	39,10Aab	24,00Ba	

Fonte: Lima (2015). Médias seguidas de letras iguais maiúsculas (linhas) minúsculas (colunas) não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade DPPv/m<sup>2</sup> = densidade populacional de perfilhos vivos por metro quadrado.

A presença do componente arbóreo em ecossistemas de pastagens pode interferir de forma diferente nas características do solo, o que indica necessidade específica de manejo da fertilidade para cada tipo de sistema (PACIULLO et al., 2014).

Para capim-tanzânia, a reposição de Nitrogênio apresenta grande efetividade na produção de Matéria Seca (MS) em áreas de sub-bosque de eucalipto, diferente da reposição de Fósforo e Potássio que não apresentam impactos na produção da gramínea (Andrade et al, 2001). Há resposta positiva da adubação nitrogenada para produção de *P. maximum*, *P. purpureum* e *B. mutica* ocorre até a dose de 120 kg/ha x ano, ao mesmo tempo em que a eficiência da resposta do Nitrogênio aplicado é inversamente proporcional à percentagem de sombreamento imposta ao pasto (PANDEY et al., 2011).

Para *B. decumbens* a maior produção de MS (até o limite de 90 kg/ha x ano de Nitrogênio e Potássio) foi observada em condição de pleno sol ao sombreamento. Mas em condições de sombreamento não há diferença produtiva quando o pasto foi adubado ou não adubado (Tabela 10). Assim, a intensidade de resposta da gramínea ao fertilizante depende do grau de sombreamento no sistema silvipastoril (Paciullo et al., 2012). Nesse sentido importante observar o nível de sombreamento a considerar doses de fertilizantes a serem aplicados, a fim de garantir um acúmulo de forragem, mesmo em sombreamento intenso.

Tabela 10. Taxa de acúmulo de MS de forragem (kg/ha.dia) de *B. decumbens*, conforme o nível de sombreamento e uso de fertilização

Sombreamento (%)	Fertilização	
	Com	Sem
0	54,4 Aa	36,1 Ba
20	37,7 Ab	31,8Aa
70	15,7 Ac	19,6 Ab

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2012). Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Araújo (2015) avaliou a produção de forragem de capim-marandú (*Brachiaria brizantha* cv Marandú) em sistemas silvipastoril com diferentes densidades de palmeira de babaçu na Amazônia Legal Maranhense durante o período chuvoso (Abril a Junho) e período seco (Julho a Outubro). O mesmo observou maior produção de forragem em áreas sem a presença da palmeira de babaçu, durante o período chuvoso a maior produção de forragem foi no sistema com baixa densidade de palmeira (BDP; 80 palmeiras/ha). Já no período seco a maior produção foi observada no ambiente sem palmeira (Monocultura). Tanto no período seco quanto no período chuvoso as áreas com baixa densidade de palmeira obtiveram maior produção da fração folha (Figura 2), o que favoreceu maior Consumo de Matéria Seca (CMS), por novilhos oriundos de cruzamento entre animais Nelore x Guzerá.

Segundo o referido autor, houve uma maior disponibilidade de colmo comparado à fração folha durante o período seco em todos os sistemas assim como maior proporção de material morto nos ambientes com média e alta densidade de palmeiras ao longo do período com 770 e 630 kg/ha, respectivamente (Figura 2).

Quando se trata em manejo da pastagem em sistemas integrados, ainda não há definições claras sobre questões importantes como, intervalo de desfolha e intensidade de pastejo mais adequados ainda não foram gerados e devem merecer especial atenção por parte dos pesquisadores (PACIULLO, et al, 2014).

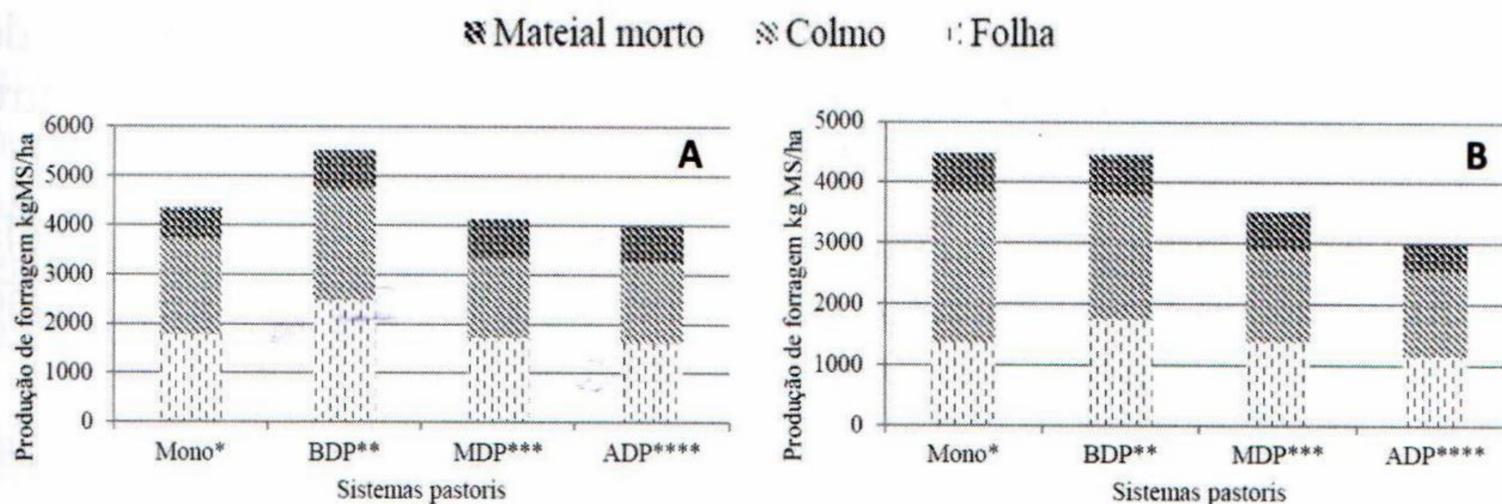


Figura 2. Produção de forragem de capim-marandú em relação a quantidade de folha e colmo em sistemas silvipastoris e monocultura durante o período chuvoso (A) e período seco (B). \*Monocultivo; \*\*80 palmeiras/ha; \*\*\*131 palmeiras/ha; \*\*\*\*160 palmeiras/ha. Fonte: Adaptado de Araújo (2015).

## Produtividade animal em sistemas de produção integrado

A utilização de pastagens com monocultivos de gramíneas é um tema que vem sendo muito abordado nos últimos anos. No entanto, possíveis prejuízos podem ocorrer decorrentes desse tipo de sistema, principalmente em áreas mal manejadas. Paralelo a essa situação, atualmente há uma cobrança da sociedade por formas sustentáveis, que reduzam os impactos ao meio ambiente. Por esse motivo, o emprego de sistemas agroflorestais (SAF's) para produção integrada surge como opção para resolver tais problemas (ROZADOS-LORENZO et al., 2007; PACIULLO et al., 2008).

Os SAF's são aqueles que podem integrar em uma mesma área culturas agrícolas com espécies florestais e/ou animais. Os SAF's tem por objetivo a otimização do uso do solo e dos recursos naturais, visando sempre a máxima produtividade do sistema, seguindo o princípio da conservação dos recursos naturais utilizados (solos, água, florestas nativas) (SILVA et al, 2014).

De acordo com os componentes e espécies cultivadas em integração, os Sistemas Agroflorestais (SAF's) podem ser classificados, conforme Garcia et al., (2005), em 3 tipos (Figura 3):

A) Sistemas Silviagrícolas ou Agrossilviculturais: caracterizados pelo consórcio de árvores com cultivos agrícolas anuais ou perenes;

B) Sistemas Silvipastoris: preconizados pela consorciação de árvores, dentro da atividade pecuária, ou a criação de animais dentro de povoamentos florestais;

C) Sistemas Agrossilvipastoris: caracterizados pela combinação do componente arbóreo com cultivos agrícolas e criação de animais, de maneira simultânea ou sequencial.

Esses dois últimos, por conterem o componente animal, serão abordados a seguir.

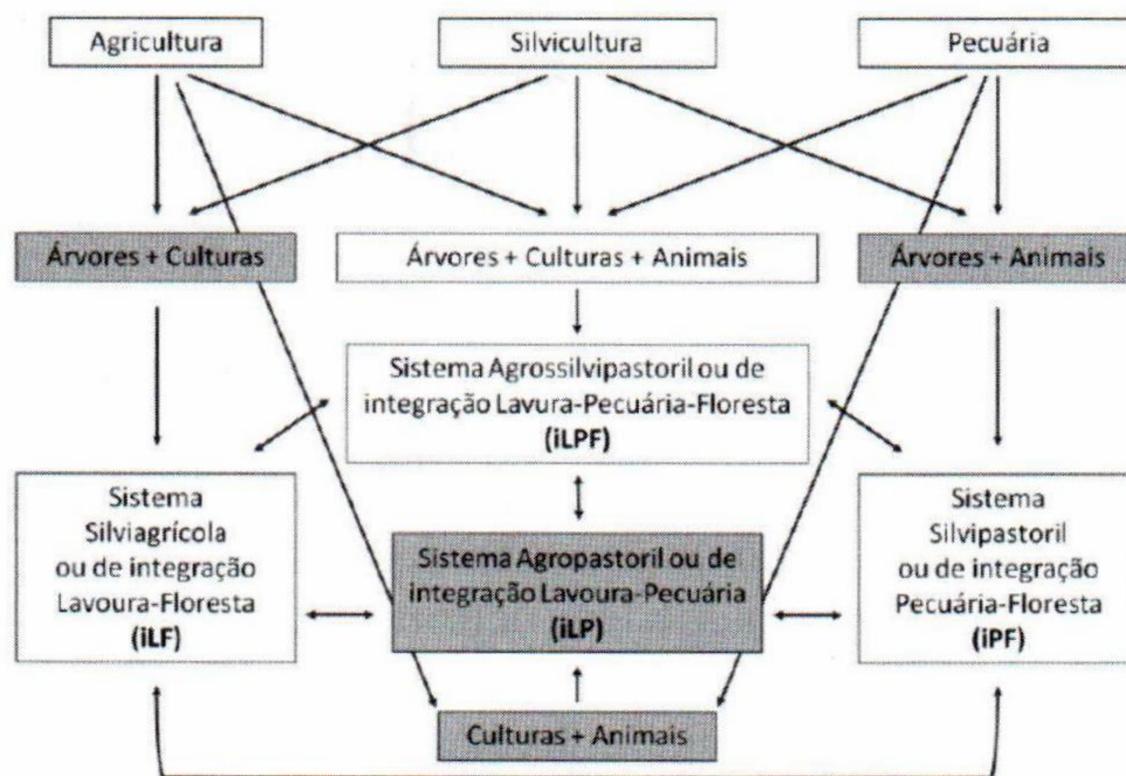


Figura 3. Representação das associações entre os componentes dos sistemas de produção que formam as quatro modalidades da estratégia iLPF (GARCIA et al., 2005).

### *A Produção animal em Sistemas Silvipastoris*

Os sistemas silvipastoris (SSP's) são uma modalidade de sistema agroflorestal que se caracterizam por integrar componentes lenhosos (árvores e arbustos), herbáceos (gramíneas e leguminosas) e animais. Alguns ocorrem de forma natural, em diversos ecossistemas, enquanto outros são estabelecidos segundo modelo planejado. Nesse tipo de sistema, pode-se combinar intencionalmente árvores, pastagem e animais numa mesma área ao mesmo tempo e manejados de forma integrada. Se manejado de forma correta, o sistema permite incrementar a produtividade por unidade de área. Nesses sistemas, ocorrem interações em todos os sentidos e em diferentes magnitudes (PACIULLO et al., 2007).

De acordo com Andrade et al. (2002), os SSP's são sistemas multifuncionais, onde existe a possibilidade de intensificar a produção pelo manejo integrado dos recursos naturais evitando sua degradação, além de recuperar sua capacidade produtiva. Dessa forma, apresentam grande potencial de benefícios econômicos e ambientais para os produtores e para a sociedade.

De maneira geral as principais vantagens SSP's são: aumento da biodiversidade, fixação de nitrogênio, maior ciclagem de nutrientes, redução da erosão do solo, proteção de nascentes, melhoria do valor nutricional da forragem para os animais, possibilidade de suplementação alimentar por meio das folhas de algumas arbóreas ou arbustivas. O sistema também contribui para o aumento da retenção de carbono no sistema, melhoria das propriedades químicas e físicas do solo, possibilidade de aumentar oferta de matéria seca e melhor conforto térmico para os animais por meio da sombra das árvores, melhorando os índices produtivos e reprodutivos dos animais (PACIULLO et al., 2007).

A integração Pecuária–Floresta (ILP) também pode promover benefícios, advindos das árvores, sobre a produtividade das pastagens, tais como aumento da disponibilidade de nitrogênio (N) no solo e aumento de matéria orgânica pela deposição das folhas e ramos das árvores. Ainda, as árvores contribuem para o sequestro de carbono, redução da emissão de óxido nitroso ( $N_2O$ ) e mitigação da emissão de gás metano ( $CH_4$ ) pelos ruminantes (Porfírio-Da-Silva et al., 2009). Todas essas vantagens resultam em maior produção animal, diversificação de produtos e incremento de renda na propriedade.

Para que o produtor alcance maior nível de sustentabilidade em seu sistema silvipastoril, é necessário conhecer melhor esse sistema, suas vantagens, formas e etapas de implantação, as espécies que podem ser utilizadas, os arranjos e o manejo desse sistema (OLIVEIRA et al., 2003).

Um fator que deve ser manejado de forma correta nos sistemas onde há inclusão do componente arbóreo é o sombreamento, pois se for muito intenso pode provocar redução significativa da produção de forragem das gramíneas (KIRCHNER et al, 2010).

No entanto, se feito de forma correta, o consórcio de árvores e gramíneas pode até elevar a produção de matéria seca da forragem. Martuscello et al. (2009), observaram que a produtividade do capim-

braquiária (*Brachiaria decumbens*) aumenta quando submetida a 50% de sombreamento. Isso indica que essa planta é tolerante à sombra. Além disso, o sombreamento pode provocar aumento nos teores de proteína bruta, redução dos teores de fibra em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca da pastagem (PACIULLO et al, 2007).

Na Amazônia Legal Maranhense, a produção animal em sistemas integrados pode ser favorecida pela quantidade de chuva anual que ocorre na região, associado ao ambiente de ocorrência de palmeira de babaçu, que promove maior bem estar animal, favorecendo o consumo do pasto e conseqüentemente maior desempenho produtivo. Foram observadas taxas de lotação entre 2,11 e 2,35 UA/ha de bovinos mestiço Nelore x Guzerá em áreas com diferentes densidades de palmeira de babaçu. Áreas com alta densidade de palmeiras (160 palmeiras/ha) apresentaram maior redução da taxa de lotação ao longo do tempo comparado às demais densidades (Figura 4). Este fato deveu-se ao elevado grau de sombreamento provocado, com redução drástica da produção de forragem e conseqüentemente oferta de alimento para os animais em pastejo. (ARAÚJO, 2015)

Araújo (2015) observou ainda que os animais mantidos em áreas com baixa densidade de palmeiras apresentaram um maior ganho de peso médio diário (GMD, kg/dia), com ganho médio de 0,750kg/dia, seguido por áreas sem palmeira (0,650kg/ha), com média densidade de palmeiras (0,630 kg/ha) e alta densidade palmeiras (0,580 kg/ha; Tabela 11).

Em trabalho realizado em pastagens de *B. brizanthacv.* Marandu, estabelecidas em sistema silvipastoril com eucalipto, os ganhos de peso corporal de novilhos nelores de idades semelhantes aos usados neste trabalho variaram entre 392 e 892 g/novilho dia, dependendo da oferta de forragem e da dose de adubo nitrogenado (Bernardino et al., 2007). Os autores consideraram os ganhos de peso moderados para animais pastejando *B. brizantha*, quando confrontados com resultados obtidos em monocultivo e destacaram o potencial de utilização de sistemas silvipastoris na produção de bovinos de corte.

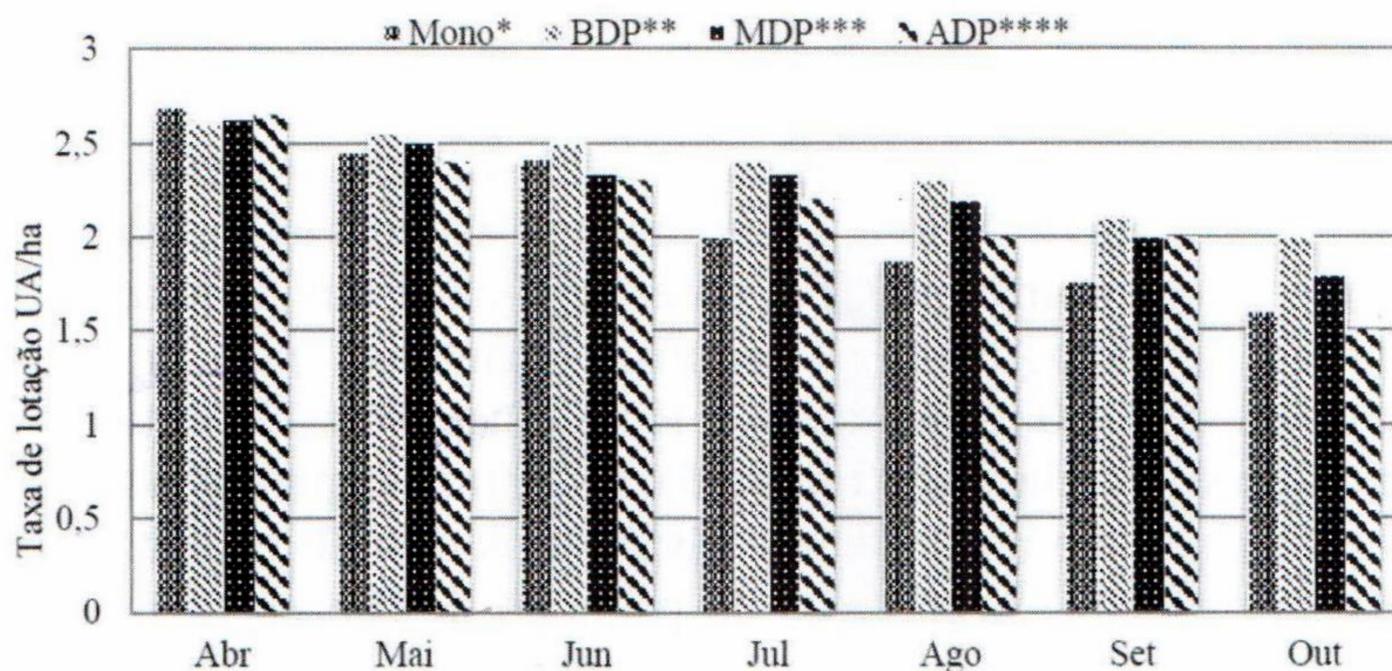


Figura 4. Taxa de lotação de bovinos mestiços (garrotes Nelore x Guzará) UA/ha, em sistemas silvipastoris e monocultura ao longo do período experimental no ano de 2013. \*Sem palmeira (Mono); \*\*Baixa densidade de palmeira (BDP; 80 palmeiras/ha); \*\*\*Média densidade de palmeira (MDP; 131 palmeiras/ha); \*\*\*\*Alta densidade de palmeira (ADP; 160 palmeiras/ha).

Fonte: Araújo (2015).

Tabela 11. Ganho de peso médio (GMP, kg/dia) e Ganho de peso total (GPT, kg/ha) de bovinos mestiços (Nelore x Guzará), em sistemas silvipastoris com capim-marandú e diferentes densidades de palmeira de babaçu

Sistemas	GMD (kg/dia)	GPT (kg/ha)	CV (%)
Sem palmeira	0,650 b	73,12 b	25,5
80 palmeiras/ha	0,750 a	84,37 a	
131 palmeiras/ha	0,630 b	70,87 b	
160 palmeiras/ha	0,580 b	65,25 b	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste SNK a 0,05%. Fonte: Adaptado de Araújo (2015).

Para bezerros com 180 kg de peso vivo ao desmame, para atingir 450 kg, com ganho diário de 0,250kg o tempo necessário para atingir o abate seria de 1.080 dias (Blaser, 1990). Considerando os animais mantidos nos SSP testados, os mesmos levariam menos tempo, levando em consideração o peso ao desmame e o GMD observado em cada sistema, com tempo necessário para abate de 692,

600, 714 e 775 dias em áreas sem palmeira, com baixa, média e alta densidade de palmeira, respectivamente.

No mesmo trabalho, Araújo (2015) avaliou o comportamento de garrotes mestiços Nelore x Guzará em sistemas silvipastoril com pastagem de capim-marandú. Foi observada maior atividade de pastejo, ruminação e ócio para os animais mantidos nas áreas com 131 palmeiras/ha, 80 palmeiras/ha e 131 palmeiras/ha, respectivamente, durante o período chuvoso (Figura 5). Os animais apresentaram maior atividade de pastejo nos sistemas silvipastoris quando comparado com áreas sem palmeira. A presença da palmeira de babaçu favorece uma menor radiação solar no sub-bosque com redução da temperatura do ambiente, que contribui com para maior troca de calor interno do animal com o meio, reduzindo o estresse, favorecendo o maior consumo do pasto. Tal situação se prolongou durante o período seco do ano. Os animais desprenderam maior tempo para atividade de ruminação em áreas sem palmeira de babaçu (Figura 6). Este fato é mais influenciado pela estrutura da pastagem, com elevada fração colmo e folha que pela maior temperatura e radiação solar no ambiente de pastejo.

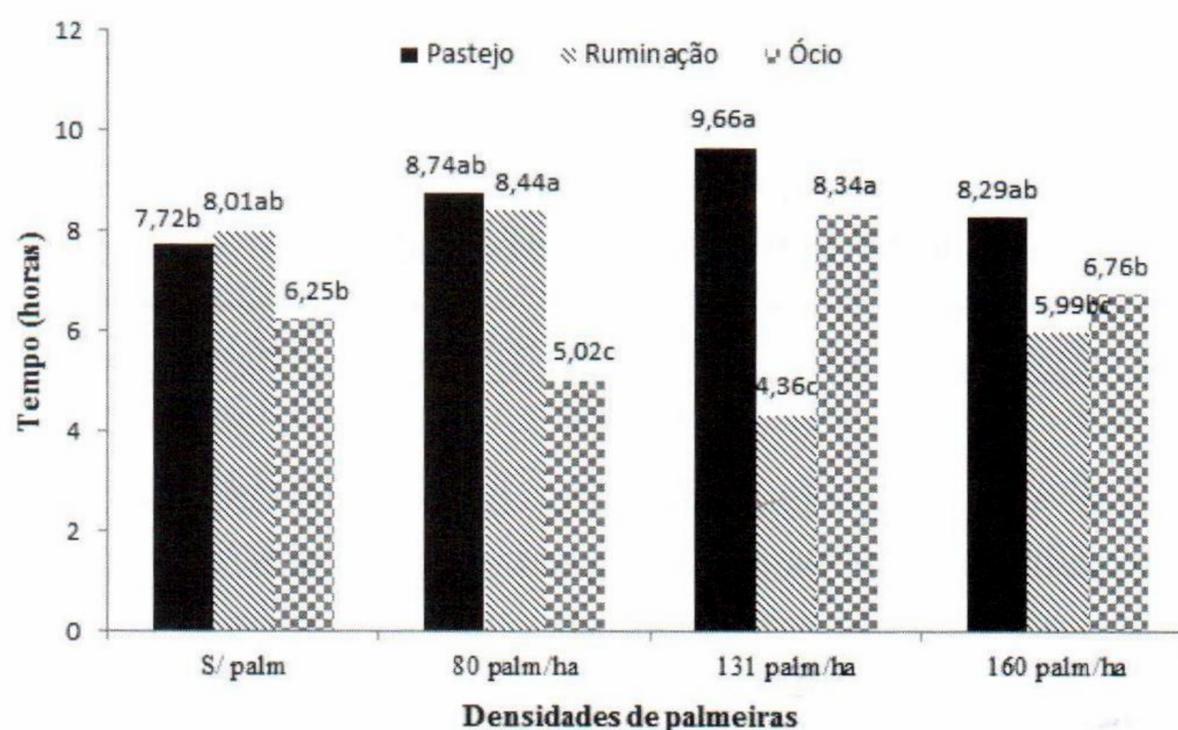


Figura 5. Comportamento de bovinos mestiços (garrotes Nelore x Guzará) UA/ha, em sistemas silvipastoris e monocultura ao longo do período chuvoso (Abril a Junho) no ano de 2013. \*Sem palmeira (Mono); \*\*Baixa densidade de palmeira (BDP; 80 palmeiras/ha); \*\*\*Média densidade de palmeira (MDP; 131 palmeiras/ha); \*\*\*\*Alta densidade de palmeira (ADP; 160 palmeiras/ha).

Fonte: Araújo (2015).

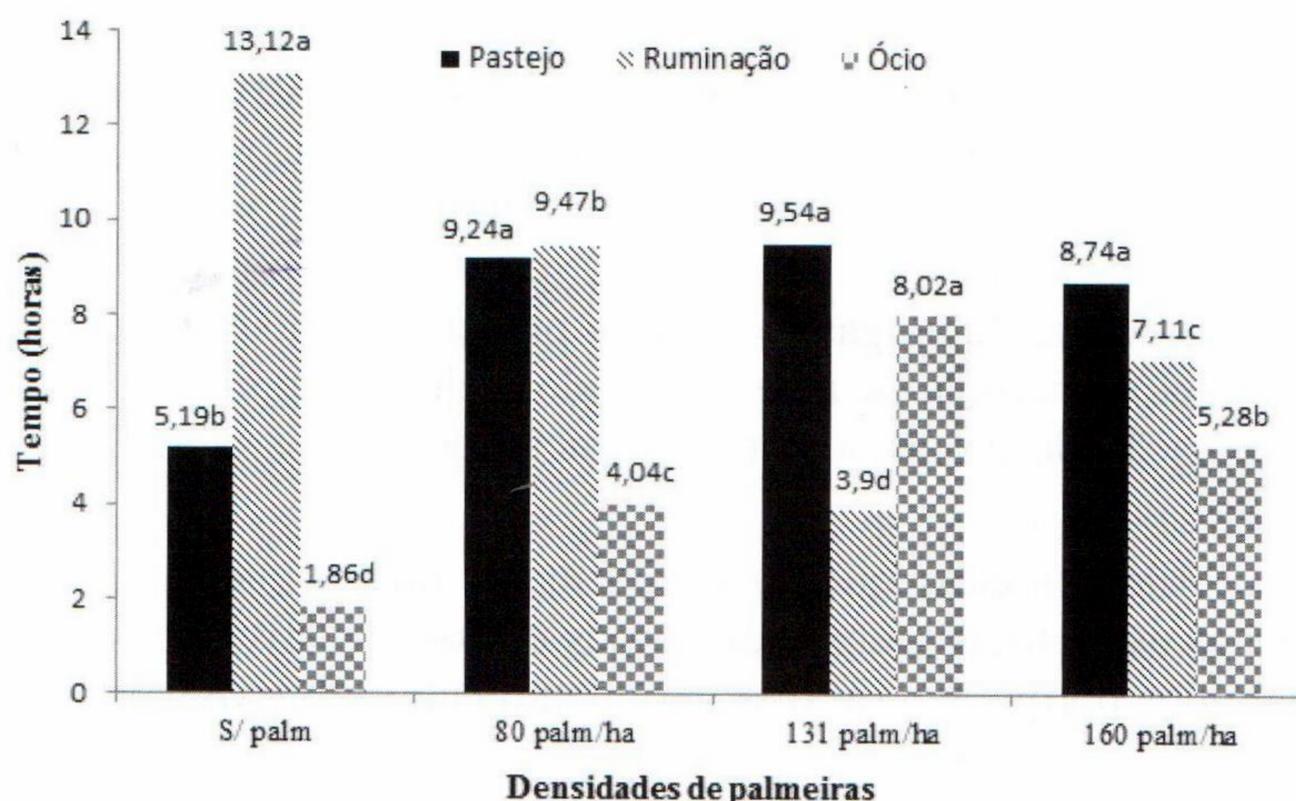


Figura 6. Comportamento de bovinos mestiços (garrotes Nelore x Guzerá) UA/ha, em sistemas silvipastoris e monocultura ao longo do período seco (Julho a Outubro) no ano de 2013. \*Sem palmeira (Mono); \*\*Baixa densidade de palmeira (BDP; 80 palmeiras/ha); \*\*\*Média densidade de palmeira (MDP; 131 palmeiras/ha); \*\*\*\*Alta densidade de palmeira (ADP; 160 palmeiras/ha).

Fonte: Araújo (2015).

### ***A Produção Animal em Sistemas Agrossilvipastoris (Integração Lavoura-Pecuária-Floresta)***

O sistema agrossilvipastoril ou integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é aquele que engloba a combinação do componente arbóreo com cultivos agrícolas e criação de animais, de maneira simultânea ou sequencial (SILVA, et al., 2014).

A introdução de espécies arbóreas em sistemas que já integram lavoura e pecuária é uma opção desejável. Deve-se optar por espécies que apresentem boa produção de biomassa, pois pode dar ao produtor rural mais uma alternativa de renda, pelo uso ou comercialização da madeira produzida. Além disso, pesquisas recentes têm mostrado que o sombreamento de pastagens contribui para um aumento da produtividade do rebanho (SOUZA, 2007).

Os ganhos ambientais mais evidentes com a adoção desse tipo de sistema de produção, conforme Romano (2010) são: maior sequestro de carbono com redução da emissão de gases de efeito estufa; recuperação da qualidade e da capacidade produtiva do solo; maior infiltração de água das chuvas, reduzindo o processo erosivo; menor incidência de pragas, doenças e plantas espontâneas; bem-estar animal pelo microclima ameno gerado pelo componente florestal; diversificação da produção e minimização dos riscos climáticos e de mercado.

Vale ressaltar que esse sistema é muito interessante, pois otimiza o uso da terra, uma vez que os custos das atividades também são diluídos porque um mesmo tratamento cultural serve para mais de uma cultura (CORDEIRO & SILVA, 2010).

Um dos principais desafios da produção integrada, nas modalidades citadas é fazer uso das áreas que já foram intensivamente utilizadas em monocultura (pecuária ou agricultura) e se encontram degradadas ou estágio de degradação, recuperando-as e tornando o sistema sustentável.

A degradação de pastagens é um fenômeno global. Estima-se que cerca de 20% das pastagens mundiais (naturais e plantadas) estejam degradadas ou em processo de degradação, sendo essa proporção pelo menos três vezes maior nas regiões mais áridas do planeta (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME, 2004).

Uma das principais causas de degradação de pastagens de influência antrópica direta é o manejo inadequado (FAO, 2010). O uso sistemático de taxas de lotação que excedam a capacidade do pasto de se recuperar do pastejo e do pisoteio é um dos principais erros de manejo que vem contribuindo para isso. Em regiões de clima tropical e subtropical, as práticas inadequadas de manejo do pastejo também são apontadas como uma das principais causas de degradação das pastagens (DIAS-FILHO, 2011).

Na degradação agrícola, há um aumento na proporção de plantas espontâneas na pastagem, diminuindo gradualmente a capacidade de suporte. Na degradação biológica, o solo perde a capacidade de sustentar a produção vegetal de maneira significativa, levando à substituição da pastagem por plantas pouco exigentes em

fertilidade do solo, ou simplesmente ao aparecimento de áreas desprovidas de vegetação (solo descoberto) (DIAS-FILHO, 2014).

Possivelmente que as regiões onde atualmente o problema da degradação de pastagens tem sido mais evidente deverão se consolidar como polos importantes da pecuária de corte brasileira. A lógica para a expansão da pecuária nessas regiões reside no imenso potencial de aumento de produtividade das pastagens locais, por meio da recuperação dessas áreas. Em razão dessa perspectiva, é imprescindível que os sistemas de produção de bovinos nessas regiões sejam cada vez mais modernizados e sustentáveis, objetivando intensificar a produção a pasto, buscando-se produzir mais em menor área de pastagem (DIAS-FILHO, 2014).

Portanto, a base dessa modernização, como já vem sendo praticado, deverá ser a reutilização das áreas já desmatadas e que atualmente se encontram improdutivas (ou seja, abandonadas), ou com baixa produtividade (ou seja, subutilizadas), reduzindo desmatamentos e tornando a atividade mais sustentável (Dias-Filho e Andrade, 2006; Dias-Filho et al., 2008). Dessa forma, a recuperação de pastagens degradadas continuará a ter papel decisivo nesse processo de modernização, tornando possível o aumento da produção, sem a expansão das áreas de pastagem.

E uma das alternativas de recuperação dessas áreas é fazer uso dos sistemas integrados de produção, fazendo uso racional do solo, trazendo benefícios para o próprio.

No Maranhão, dados publicados de produtividade animal em sistemas de produção ainda são escassos. Desde 2004 a Embrapa vem desenvolvendo alternativas para a produção, em sistemas integrados, cujo trabalho é uma parceria com produtores através de Unidades de Referência Tecnológica (URTs) que possibilitou algumas propriedades a ser hoje referência no sistema. No entanto, esses dados ainda não foram publicados.

Uma dessas URT está localizada na Fazenda Santa Luzia, em São Raimundo das Mangabeiras, Região Sul do Maranhão. Na fazenda, até 2004, o sistema de produção caracterizava-se por ser praticado de forma tradicional. Após início das atividades na safra 2003/04 em uma área de 02 ha de milho em consórcio com *Brachiaria brizantha* o resultado alcançado foi de 137 sacos de milho/ha e 43

toneladas de massa verde/ha, o que motivou o proprietário a investir na produção de forma integrada<sup>7</sup>.

A partir desses resultados considerou-se validado o sistema agropastoril viabilizando a ILP na fazenda, uma vez que passou-se a adotar o sistema como um plano de exploração da fazenda, envolvendo o componente agrícola e pecuário seguindo um plano de rotação de culturas de grãos e forrageiras com terminação de bois a pasto na entressafra na mesma área de cultivo.

Na terminação de bois a pasto na entressafra entre junho a outubro, as pastagens formadas proporcionaram 02 UA/ha, permitindo colocar 2,26 cabeças de bois/ha. O rendimento médio de 4,16 arrobas por cabeça e um ganho médio de 9,32 arrobas/ha no período de 120 dias de pastejo.

A partir da safra 2008/09 foi proposto incluir o componente florestal num plano de ocupação de áreas marginais no espaço da área cultivada na fazenda.

Assim, no período das chuvas, realiza a 1ª safra com soja e milho + forrageiras, ficando o restante da área com pastagem permanente, eucalipto, acácia mangium e a Área de Preservação Permanente (APP). Em 2013, a área destinada ao sistema integrado é de 1.000 ha da área com milho + braquiária, com rendimento médio da produção do milho de 153 sacos/ha em nove safras. Esta média é superior àquela obtida até 2004, que foi de 132 sacos/ha. Ao longo dos anos observou-se um incremento de 130% da produção, considerando-se a 1ª safra e safrinha.

Atualmente, com 1.000 ha de pastagem e devido ao número de animais (cerca de 2300 cabeças), há excesso de forragem ao final das chuvas e foi adotada a fenação como forma de conservar esse excesso para o período seco. O rendimento médio observado para as braquiárias marandú e ruzizziense é de cerca de 22,5 fardos de 200 kg/ha.

A fazenda se tornou, após dez safras, referência em ILP e ILPF na região sul do Maranhão, adotando uma estratégia de produção com um plano de rotação de culturas de grãos e forrageiras com terminação de bois a pasto na entressafra na mesma área de cultivo.

---

<sup>7</sup> Teixeira Neto, M.L. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAMN - Teresina). Comunicação Pessoal, 2015.

Outra URT está localizada no município de Fortuna, na Fazenda Baixa das Coivaras. O sistema integrando lavoura e pecuária (milho + braquiária marandú) foi se aperfeiçoando teve início no ano de 2010, e foi se aperfeiçoando, com a formação de pasto após a colheita do milho. Com isso, houve disponibilidade de pastagem, em quantidade e qualidade, havendo a inclusão do componente animal no sistema<sup>8</sup>.

Nos últimos quatro anos (2010 - 2014), a taxa de lotação média da área na qual se adotou o sistema ILP na propriedade foi de 04 cabeças. ha<sup>-1</sup> (cerca de 03 UA/ha), com um ganho para os animais, em média de 10 kg de carcaça/animal/mês. Nesse mesmo período, houve incremento na produtividade do milho. Durante esses quatro anos com o sistema foram obtidos uma produtividade média de 85 sacos/ha.

Apesar dos benefícios, o sucesso do funcionamento dos sistemas agrossilvipastoris está sujeito ao conhecimento das interações entre os seus componentes, permitindo a geração de estratégias de gestão apropriadas a cada situação (MOTA, 2010).

### **Sistemas integrados na recuperação de pastagem e manutenção da produtividade pecuária**

Na Conferência das Partes – COP15 ocorrida em Copenhague, no ano de 2009, o Brasil assumiu compromisso voluntário de reduzir entre 36,1% e 38,9% até 2020, as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Para atingir este objetivo criou o plano agricultura de baixa emissão de carbono (Plano ABC), que é uma política pública que apresenta o detalhamento das ações de mitigação e adaptação às mudanças do clima para o setor agropecuário. Entre as ações preconizadas neste plano a integração lavoura e pecuária, destaca-se como uma das tecnologias viáveis para atingir esta meta de mitigação até 2020 (MAPA, 2012).

A integração agricultura-pecuária pode ser definida como o sistema que integra as duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, da infraestrutura e da mão-de-obra,

---

<sup>8</sup> Teixeira Neto, M.L. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPAMN - Teresina). Comunicação Pessoal, 2015.

diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos, diluir os riscos e agregar valores aos produtos agropecuários, por meio dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003).

Objetivando aumentar a competitividade e sustentabilidade do ecossistema Cerrado, os pesquisadores da Embrapa Arroz e Feijão lançaram, na década de 90, o sistema Barreirão, que consiste numa técnica de recuperação/renovação de pastagens em consórcio com culturas anuais (Oliveira et al., 1996). Dentro desse conceito, as áreas de lavouras dão suporte à pecuária por meio da produção de alimento para o animal, seja na forma de grãos, silagem e feno, seja na de pastejo direto, aumento da capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra e proporcionando melhor distribuição de receita durante o ano (MELLO et al., 2004).

Segundo Cobucci et al. (2001), o aprimoramento de pesquisas associando culturas anuais e forragens, originou uma técnica de renovação de pastagem denominada Sistema Santa Fé. Esta permite minimizar a competição precoce entre a forrageira consorciada e as culturas anuais. Isto ocorre devido à semeadura mais profunda da forragem. Em alguns casos, pode-se até utilizar sub-doses de herbicidas para conter o crescimento inicial da planta forrageira, evitando a diminuição do rendimento das culturas.

Este sistema de produção tinha como objetivo solucionar alguns danos causados pela agricultura convencional que, mesmo tecnificada, degrada as propriedades físicas (desestruturação e compactação) e biológicas do solo (redução dos teores de matéria orgânica e defensivos em excessos), enquanto a pastagem proveniente dessa integração, aproveitando os resíduos de fertilizantes aplicados aos cultivos, recupera tais propriedades (SEGUY et al., 1994).

Rodrigues et al. (2015), estudando sistemas Agroflorestais no município de Matinha no Estado do Maranhão, observaram que a alta densidade de palmeiras em pastagens fornece melhores condições para o equilíbrio da diversidade microbiana, refletida por níveis mais elevados de C da biomassa microbiana do solo e atividade enzimática em comparação com monocultura de pastagem. Como a biomassa microbiana do solo desempenha um papel importante na ciclagem de nutrientes, o crescimento das pastagens deve aumentar através de uma maior absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a produção de gado

por hectare pode ser favorecida. No entanto, os efeitos de sombreamento sobre o crescimento das pastagens precisam ser considerados.

Entre os benefícios da ILPF para o solo destacam-se: o melhoramento da qualidade química, física e biológica, estrutura, cobertura e maior armazenamento de água no solo, a rotação de culturas, aumento na produção de grãos e carne, desenvolvimento do setor rural, geração de emprego, menor risco no sistema de produção e conservação do meio ambiente (VILELA et al., 2003).

Segundo estes mesmos autores, as alternativas de competitividade e, por consequência, de sustentabilidade do setor lavoureiro, na atual conjuntura, são as seguintes:

↳ Redução dos custos de produção, com base na rotação de culturas, manejo adequado do solo, manejo integrado dos efeitos bióticos nocivos, introdução de pastagens tropicais nas áreas de lavoura com o objetivo de quebrar o ciclo dos efeitos bióticos e aumento da matéria orgânica no solo, dentre outros;

↳ Uso intensivo da área durante todo o ano, focando principalmente no uso da safrinha e na integração lavoura-pecuária, visando à produção forrageira para a entressafra;

↳ Agregação de valores; e

↳ Desenvolvimento e adoção de novas tecnologias.

A diversificação de atividades na propriedade, por meio da integração lavoura-pecuária, passa a ser alternativa interessante para reduzir os riscos de produção e tornar menos volátil a renda na propriedade, no tocante a variações de preço e de produtividade entre anos (Muniz et al., 2007a e b). Oportuno lembrar que onde se cultiva grãos pode-se fazer pecuária, mas nem todo lugar em que se faz pecuária pode-se produzir grãos (AIDAR & KLUTHCOUSKI, 2003).

Pelo lado da pecuária, a integração lavoura-pecuária passa a ser alternativa interessante para viabilizar a correção da fertilidade do solo em pastagens e para minimizar o risco de oscilações nos preços dos fertilizantes nos empreendimentos pastoris. Ademais, dado ao efeito residual das adubações nas lavouras, na integração lavoura-pecuária, o risco associado a uma eventual adubação de pastagens é reduzido em resposta a um ambiente menos dependente do uso de fertilizantes na fase de pastagem do sistema (VILELA et al., 2004; MARTHA JÚNIOR et al., 2007a).

Nesses solos corrigidos quimicamente, a deficiência de nitrogênio normalmente é o principal fator nutricional limitando a produção animal. Assim, nos primeiros anos da fase de pastagem da integração lavoura-pecuária, o potencial de produtividade animal e portanto, de rentabilidade em razão do elevado efeito residual resultante das adubações praticadas nas culturas de grãos, é elevado (Tabela 12).

Tabela 12. Produtividade animal esperada na integração lavoura-pecuária, na ausência de adubação de manutenção na fase de pecuária<sup>9</sup>

Anos depois de lavouras de grãos de elevada produtividade	Produtividade (@/ha/ano)	
	Amplitude <sup>1</sup>	Média
1	20 a 40	25
2	12 a 18	15
3	9 a 15	12
>4 a 6	4 a 7	4,5
Pasto degradado	2 a 4	2,5

Fonte: Martha Júnior et al. (2007a).

Macedo (2000) afirmam que pastos degradados ou mal manejados iniciam o estágio de degradação com a perda de vigor, devido à necessidade de reposição de nitrogênio (N), seguido pela perda de produtividade, adicionado à deficiência de N e a perda de fósforo. A partir dessa fase também denominada fase de manutenção, os custos ficam muito elevados, devido haver manifestação de pragas, doenças e plantas daninhas, além de degradação do solo como: erosão eólica, lixiviação e compactação (Figura 7).

A recuperação das áreas degradadas por métodos tradicionais de preparo de solo e semeio de capim é muito onerosa em especial pela necessidade de correção e de fertilização (Portes et al., 2000). Por isso, a estratégia de recuperação ou renovação de pastagem conjuntamente com o consórcio de culturas de grãos tem se mostrado uma alternativa viável.

<sup>9</sup>Variação devida a diferentes condições edafoclimáticas, refletindo em diferentes produtividades da planta forrageira, de formação e manejo do pasto e de genética animal.

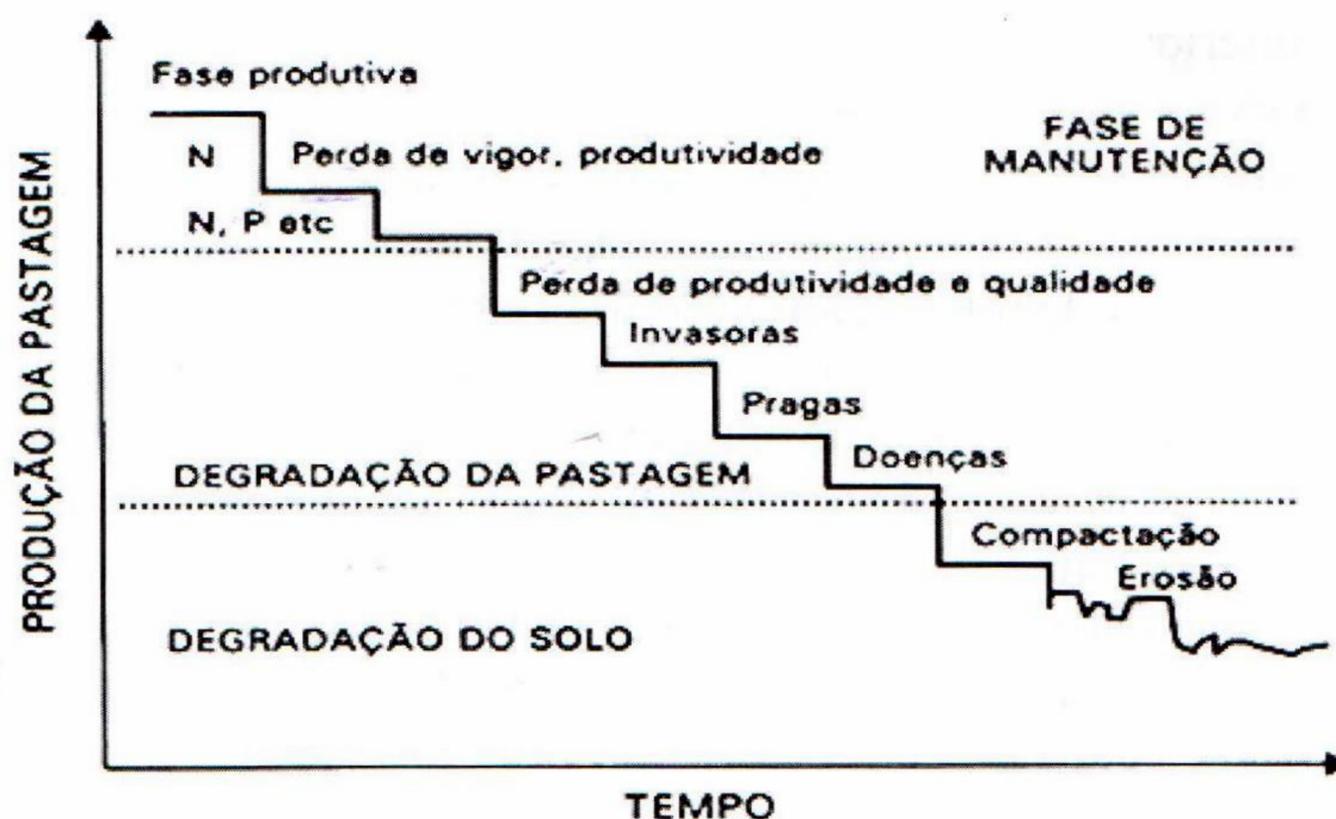


Figura 7 - Estágios de degradação das pastagens no Cerrado brasileiro.

Fonte: Macedo (2000)

Na Tabela 13 apresenta-se um exercício exploratório comparando o desempenho da integração lavoura-pecuária frente à pecuária tradicional e à pecuária praticada em pastagens degradadas. A produtividade animal projetada para a integração lavoura-pecuária, de 17,4 @/ha/ano (20,3 @/ha/ano no primeiro ano e 14,5 @/ha/ano no segundo ano), pode ser considerada moderada frente ao potencial do sistema (Tabela 13). Essa produtividade, no entanto, superou a produtividade projetada para a pecuária extensiva e para aquela verificada em pastos degradados em 3,5 e 6,8 vezes, respectivamente (MARTHA JÚNIOR et al., 2007b).

Em termos econômicos, a taxa de lotação e o ganho por animal mais elevados, na integração lavoura-pecuária, permitiu substancial redução nos custos fixos. Nesse sistema, o custo fixo foi de R\$ 1,31/@, representando cerca de 17,0% do custo fixo no sistema pasto degradado (R\$ 7,67) e 29% do custo fixo no sistema pecuária extensiva (R\$ 4,59). Em razão dessa diluição dos custos fixos, a superioridade relativa da integração lavoura-pecuária foi ampliada na análise centrada no lucro operacional em comparação àquela feita com base na margem bruta. O efeito econômico positivo da integração lavoura-pecuária não foi refletido apenas nas receitas. Houve benefícios, também, no lado dos custos. O custo operacional total, na integração lavoura-pecuária (R\$ 46,22/@), foi R\$ 12,33/@ e R\$

5,56/@ inferior àqueles registrados para os sistemas pasto degradado e pecuária extensiva, respectivamente.

Muniz et al. (2007a e b) utilizaram indicadores econômicos para avaliar a sustentabilidade econômica (viabilidade econômica e o risco) do projeto de integração lavoura e pecuária (PILP), da Fazenda Capivara em Santo Antônio de Goiás, GO. A área utilizada foi de 90 ha, ocupada através da rotação entre culturas anuais e pastagem, sendo utilizada em cada área 2,5 anos de Lavoura e 3,5 anos de pastagem. O valor presente líquido (VPL) foi maior que zero, a taxa interna de retorno (TIR) calculada foi maior ou igual ao custo de oportunidade do capital, mostrando o baixo risco do PILP utilizando os índices zootécnicos alcançados no projeto.

Tabela 13. Desempenho econômico projetado para recria-engorda, praticada em diferentes sistemas de produção, na Região do Cerrado\*

Indicadores	Pasto Degradado	Pecuária - Baixa Tecnologia	Pecuária - ILP
Ganho de peso vivo (@/cab/ano)	4,25	4,9	4,99
Taxa de lotação (cab/ha/ano)	0,53	0,87	3,37
Taxa de lotação (UA/ha/ano)	0,46	0,8	3,01
Produtividade (@/ha/ano)	2,56	4,96	17,4
Margem bruta (R\$/ha/ano)	6,88	102,61	470,24
Lucro operacional (R\$/ha/ano)	-78,67	17,06	380,61
Custo operacional (R\$/cab/mês)	34,33	27,13	16,64
Custo Fixo (R\$/@)	7,67	4,59	1,31
Custo Operacional Efetivo (R\$/@)	50,88	47,2	44,91
Custo Operacional Total (R\$/@)	58,55	51,78	46,22
Reposição (% custo)	66,53%	73,69%	79,42%

Fonte: Martha Júnior et al. (2007b).

Martha Júnior et al. (2007a) optaram por sacrificar a taxa de lotação, em prol da manutenção do desempenho por animal. Ficou evidente por essa análise que ao curto prazo o produtor sobrevive na atividade pecuária, observação está indicada pela margem bruta positiva, que está garantida até o final do período. Contudo, no longo prazo isto não ocorre com o pecuarista, tendo em vista o lucro operacional negativo a partir do quinto para o sexto ano (Tabela 14). Outro ponto interessante a ser ressaltado é que as ações para aumentar a vida útil da pastagem, por exemplo, por meio de adubações estratégicas, deveriam ser implementadas até o terceiro ano. A partir do quarto ano, o lucro operacional (R\$ 34,40/ha) seria insuficiente para suportar ações de manejo de maior envergadura para restabelecer a produtividade do sistema sem auxílio financeiro externo (Tabela 14).

Muniz et al. (2015) trabalharam em uma área de 10 hectares, divididas em quatro diferentes manejos, visando recuperar pastagem degradada em áreas de ocorrência com babaçu, no município de Santa Inês - MA, o primeiro foi destinada a formação de pastagem tradicional, utilizando o plantio convencional e serviu de testemunha, com o roço da capoeira de babaçu e semeadura do capim a lanço; e mais duas áreas foram de integração, utilizando o sistema Barreirão na implantação da pastagem, em uma destas, a semente da pastagem foi misturada no adubo de plantio do milho e na outra a semeadura da semente da pastagem foi no momento da adubação de cobertura, mantendo-se o componente arbóreo, o babaçu. Em ambos os tratamentos foi utilizando semente de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. O quarto tratamento foi uma lavoura de milho convencional. Além disso foram analisados quatro cenários, considerados diferentes formas de utilização do capital e considerando o fator arrendamento ou depreciação. No cálculo dos indicadores econômicos estes autores observaram em todos os indicadores analisados (VPL, TIR, IL) os sistemas integrados se configuraram como melhor alternativa econômica. No estudo do lucro obtido por cada sistema, destacou-se ainda que apesar de ter obtido valores menores, os sistemas integrados por suas reconhecidas contribuições ao longo do ciclo de produção, na diluição dos custos com a alimentação animal, por exemplo, apresentaram as melhores alternativas para os investidores.

Tabela 14. Evolução projetada de indicadores técnicos e econômicos para a fase de recria-engorda da pecuária de corte extensiva na Região do Cerrado

Indicadores	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8
Ganho de peso vivo (@/cab/ano)	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99	4,99
Taxa de lotação (cab/ha/ano)	1,33	1,15	1,08	0,94	0,89	0,76	0,64	0,55
Taxa de lotação (UA/ha/ano)	1,23	1,06	1,00	0,87	0,82	0,69	0,58	0,50
Produtividade (@/ha/ano)	7,85	6,71	6,30	5,42	5,08	4,25	3,52	2,98
Margem bruta (R\$/ha/ano)	205,26	165,19	151,00	119,95	108,19	79,07	53,45	34,44
Lucro operacional (R\$/ha/ano)	119,71	79,65	65,45	34,40	22,64	-6,48	-32,09	-51,10
Custo operacional (R\$/cab/mês)	20,80	22,32	22,98	24,74	25,56	28,06	31,12	34,21
Custo Fixo (R\$/@)	2,50	2,94	3,14	3,67	3,92	4,73	5,78	6,91
Custo Operacional Efetivo (R\$/@)	45,50	45,82	45,96	46,35	46,54	47,13	47,89	48,72
Custo Operacional Total (R\$/@)	48,00	48,76	49,10	50,02	50,46	51,86	53,67	55,63
Reposição (% custo)	79,80%	78,33%	77,69%	76,00%	75,22%	72,81%	69,88%	66,92%

Fonte: Martha Júnior et al. (2007a).

### Considerações finais

As condições sócioambientais no trópico úmido representam grande desafio para a pesquisa agropecuária, principalmente porque associam, em uma mesma região, solos de reduzida fertilidade natural, elevada precipitação pluvial e um modelo itinerante de uso da terra, em que se utiliza o sistema de corte e queima entre períodos de pousios cada vez mais curtos e insuficientes para a recuperação do equilíbrio do sistema. Nestas condições, tem-se apenas desvantagem porque é afetada a biodiversidade, contribuindo-se para o aumento da produção de gases do efeito estufa, sem diminuição da pobreza no meio rural. Dentre as alternativas para o uso sustentável do solo na

região devem-se incluir a cobertura da superfície, com a adição continuada de resíduos vegetais, a manutenção ou aumento da matéria orgânica do solo, a ciclagem de nutrientes, associado ao uso integrado de componentes de produção que possam garantir a manutenção da produtividade do solo à longo prazo e diversidade de fonte econômica explorada.

### Referências

AIDAR, HOMERO & KLUTHCOUSKI, JOÃO. Evolução das Atividades Lavoureira e Pecuária nos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, JOÃO; STONE, LUÍS FERNANDO; AIDAR, HOMERO (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1º Ed. v. 1, p. 25-58. 2003.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1178-1185, 2001.

ANDRADE, C.M.S.; VALETIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. Árvore de baginha (*Stryphnodenron guianense* (Aubl.) Benth.) em ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.2, p.574-582, 2002.

ARAÚJO, R. A. **Comportamento de pastejo, consumo de forragem e desempenho de bovinos em sistemas silvipastoris compostos por babaçu e monocultura de capim marandu**. Dissertação (Mestrado em Ciência Anima). UFMA, Chapadinha-MA. 61f. 2015

BATJES, N.H.; SOMBROEK, W.G. Possibilities for carbono sequestration in tropical and subtropical soils. **Global Change Biology**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 161-173, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P.; Camargo, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2. ed. Porto Alegre: Metropole, p. 7-18. 2008.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; ROCHA, G. C.; GOBBI, K. F.; NEVES, J. C. L. Desempenho de novilhos de corte pastejando o sub-bosque de um sistema silvipastoril submetido a doses de fertilizante nitrogenado e potássico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal: SBZ: UNESP, 2007.

BLASER, R. E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forrageiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. **Anais...** Piracicaba/SP p.157- 205, 1990.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman: 2013. 658p.

CARVALHO, J.L.N.; CERRI, C.E.P.; FEIGL, B.J.; PÍCCOLO, M.C.; GODINHO, V.P.; CERRI, C.C. Carbon sequestration in agricultural soils in the Cerrado region of the Brazilian Amazon. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p.342-349, 2009.

CARVALHO, J.L.N.; RAUCCI, G.S.; CERRI, C.E.P.; BERNOUX, M.; FEIGL, B.J.; WRUCK, F.J.; CERRI, C.C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **SoilandTillageResearch**, Amsterdam, v. 110, n. 1, 175-186, 2010.

CASTRO, A.C.; LOURENÇO JUNIOR, J. DE B.; SANTOS, N. DE F. A. DOS; MONTEIRO, E.M.M.; AVIZ, M.A.B.DE; GARCIA, A.R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho de búfalos. **Ciência Rural**. Santa Maria-RS, v.38, n.8, p.2395-2402, 2008.

COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; ADAIR, H. Sistema Santa Fé: produção de forragem na entressafra. In: WORKSHOP INTERNACIONAL PROGRAMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DAS SAVANAS TROPICAIS SULAMERICANAS, 2001, Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 125-135. (Embrapa Arroz e Feijão. **Documentos**, 123). 2001.

CORDEIRO, S.A.; SILVA, M.L. da. Análise técnica e econômica de Sistemas Agrossilvipastoris. In: OLIVEIRA NETO, S.N. de; VALE, A.B. do; NACIF, A. de P.; VILAR, M.B.; ASSIS, J.B. de. **Sistema Agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais (SIF), p. 167 – 189, 2010.

COSTA, R. B. DA; ARRUDA, E. J. DE; OLIVEIRA, L. C. S.DE. Sistemas agrossilvipastoris como alternativa sustentável para a agricultura familiar. **Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, v. 3, p. 25-32, 2002.

DEON, D. S. **Mudança de uso da terra e impacto na matéria orgânica do solo em dois locais no Leste da Amazônia**. 2013. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém, PA, 2011

DIAS-FILHO, M.B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 36 p. 2014.

DIAS-FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M. DA C (Eds.) **Simpósios da reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 43. João Pessoa, Anais... João Pessoa: SBZ: UFPB, (Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, 2006). p. 535-553. 2006.

DIAS-FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. Pastagens no trópico úmido. Belém, PA: **Documentos**, 241. Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

DIAS-FILHO, M.B.; FERREIRA, J.N. Barreiras para a adoção de sistemas (Eds.). **Simpósio de forragicultura e pastagens: temas em evidência – relação custo benefício**, 6, Lavras, Anais... Lavras: NEFOR: UFLA, p. 347-365. 2007.

DIAS-FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S.; FERREIRA, J.N. Processo de degradação e recuperação de áreas degradadas por atividades agropecuárias e florestais na Amazônia brasileira. In: ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. da (Ed.). **Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações institucionais e políticas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, v. 2, p. 293-305, 2008.

- DUTRA, S.; VEIGA, J. B. DA; TEIXEIRA NETO, J. F. Sistemas silvipastoris do nordeste paraense. **Comunicado Técnico120**. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, 3p. 2004.
- FAO. The **state of food and agriculture**. Rome: FAO, 2009. Disponível em: <http://bit.ly/dcsAFD>. Acesso em: 13 jun. 2015.
- FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.
- FASIABEN, M.C.R.; ANDRADE, D.C.; REYDON, B.P.; GARCIA, J.R.; ROMEIRO, A.R. Estimativa de aporte de recursos para um sistema de Pagamento por Serviços Ambientais na floresta Amazônica Brasileira. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 2, 223-239, 2009.
- FERNÁNDEZ, M.E., GYENGE, J.E., SALDA, G.D. et al. Silvopastoral systems in northwestern Patagonia I: growth and photosynthesis of *Stip aspeciosa* under different levels of *Pinus ponderosa* cover. **Agro forestry Systems**, v. 55, p. 27-35, 2002.
- FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 19, n. 53, 1-10, 2005.
- FRAZÃO, L.A.; PICCOLO, M.D.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Inorganic nitrogen, microbial biomass and microbial activity of a Sandy Brazilian Cerrado soil under different land uses. **Agriculture, Ecosystem and Environment**, Amsterdam, v. 135, n. 3, 161-167, 2010.
- FRAZÃO, L.A.; PICCOLO, M.D.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartz arênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 5, 641-648, 2008.
- GARCIA, R.; BERNARDINO, F. S.; GARCEZ NETO, A. F. Sistemas Silvopastoris. In: EVANGELISTA, A. R.; TAVARES, V. B.; MEDEIROS, L. T.; VALERIANO, A. R. (Org.) **Forragicultura e Pastagens: Temas em evidência**. Lavras, MG: Editora UFLA, v.5, p. 1-64, 2005.
- GAZOLLA, A.G. **Capim-Marandu e babaçu em sistema silvipastoril**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Jaboticabal, 72 fs. 2012.

GAZOLLA, A.G. **Fitossociologia de espécies arbóreas em sistemas agossilvipastoris no município de Matinha, Região da Baixada Maranhense**. Dissertação (Mestrado em Agroecologia), UEMA São Luís, 89p. 2006.

GERMER, S.; ZIMMERMANN, A.; NEILL, C.; KRUSCHE, A. V.; ELSENBEER, H. Disproportionate single-species contribution to canopy-soil nutrient flux in an Amazonian rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 267, p. 40-49, 2012.

HOUGHTON, R.A. The global effects of tropical deforestation. **Environmental and Science Technology**, Easton, v. 24, n. 4, p. 414-422, 1990.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal 2013**. Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/ppm/default.asp>>. Acesso em: 24 Jun. 2014.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia-2010**. Belém-PA. Embrapa-CPATU, INPE. 2013.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia-2018**. Belém-PA. Embrapa-CPATU, INPE. 2011.

KIRCHNER, R.; SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; MIGLIORINI, F.; FONSECA, L. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 39, n. 11, p. 2371 – 2379, 2010.

KLUTHCOUSKI, J. & YOKOYAMA, L. P.; Opções de Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás – Goiás: Embrapa, 2003.1º Ed. v. 1, p.131-141.

LIMA, A. J. T. **Características agronômicas, morfológicas, estruturais e demográficas do capim-Marandu em sistemas silvipastoris e monocultura na região Pré-Amazônica**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). UFMA, Chapadinha-MA. 82f. 2015.

- MACEDO, M. C. M. Sistemas de produção animal em pasto nas savanas tropicais da América: limitações à sustentabilidade. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 16.; CONGRESO URUGUAYO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 3., 2000, Montevideo. **Anales...** Montevideo: Alpa, 1 CD-ROM. 2000.
- MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.
- MACEDO, M.C.M.; KICHEL, A.N.; ZIMMER, A.H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. **Comunicado Técnico**, 62. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 4 p. 2000.
- MAIA, S.M.F.; OGLE, S.M.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, Amsterdam, v. 149, n.1/2, p.84-91, 2009.
- MALHI, Y.; ARAGAO, L.E.O.C.; GALBRAITH, D.; HUNTINGFORD, C.; FISHER, R.; ZELAZOWSKI, P.; SITCH, S.; MCSWEENEY, C.; MEIR, P. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change induced dieback of the Amazon rainforest. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 106, n. 49, p.20610-20615, 2009.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono)** – Brasília: MAPA/ACS, 173 p. 2012.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; SOUSA, D.M.G.; BARIONI, L.G. Pecuária de corte no Cerrado: aspectos históricos e conjunturais. In: MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Eds.) **Uso eficiente de fertilizantes em pastagens no Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007a.
- MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.O.; SOUSA, D.M.G. Viabilidade econômica da adubação nitrogenada e sulfatada de pastagens no Cerrado. In: VITTI, G.C.; YAMADA, T. (Ed.) **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura**. Piracicaba: POTAFOS, GAPE/ESALQ. 2007b.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1183 – 1190, 2009.

MAY, P.H.; ANDERSON, A.B.; FRAZÃO, J.M.F.; BALICK, M. J. Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region. **Agroforestry Systems**, v. 3, p. 275-295, 1985.

MELLO, L.M.M.; YANO, E.H.; NARIMATSU, K.C.P.; TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, É. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de Forragem e resíduo de palha após pastejo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.121-129, 2004.

MOTA, V.A. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na recuperação de pastagens degradadas no Norte de Minas Gerais**. 2010. 112p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros - MG.

MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. D. U.; WANDER, A. E.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Análise econômica da integração lavoura e pecuária com a utilização do system dynamics. In: XLV Congresso da SOBER: Conhecimento para Agricultura do Futuro, Londrina-PR. **Anais - Artigos Completos (CD-ROM)**. Londrina-PR: SOBER, vol. 1, 20p. 2007a,

MUNIZ, L. C.; FIGUEIREDO, R. S.; MAGNABOSCO, C. D. U.; WANDER, A. E.; MARTHA JÚNIOR, G. B. Análise de risco da integração lavoura e pecuária com a utilização do system dynamics. In: XLV Congresso da SOBER: Conhecimento para Agricultura do Futuro, Londrina-PR. **Anais - Artigos Completos (CD-ROM)**. Londrina-PR: SOBER, vol. 1, 21p. 2007b

MUNIZ, LC; MARQUES, E.O; GARCIA, U.S; SIGNOR, D; CUTRIM JUNIOR, J.A.A; COSTA, J.B. **Alternativa de formação de pastagens, utilizando associação entre a cultura do milho e pastagens em matas de babaçu no estado do maranhão**. Relatório final apresentado na conclusão do projeto Universal financiado pela FAPEMA, p. 69, 2015.

- OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P.; DUTRA, L. G.; PORTES, T. A.; SILVA, A. E.; PINHEIRO, B. S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E. M.; GUIMARÃES, C. M.; GOMIDE, J. C.; BALBINO, L. C. Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. **Documentos**, **64**.Goiânia: Embrapa-CNPAF, 87p. 1996.
- OLIVEIRA, T.K. DE; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S. DE; FRANKE, I.L. Sugestões para implantação de sistemas silvipastoris. Embrapa Acre. **Documentos**, **84**, Rio Branco, 28 p. 2003.
- PACIULLO, D.S.C., LOPES, C.L., ARAÚJO, S.A.C. et al. Composição morfológica e acúmulo de forragem de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização, em sistema silvipastoril ou monocultivo. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, CD ROM. 2012.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. de; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, 491 p.917-923, 2008.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B. de; 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**. Brasília, DF, v. 42, n. 4, p. 573 – 579. 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; PASSOS, L.P. et al. Partición de biomassa em *Brachiaria decumbens* em resposta a la radiação incidente en um sistema silvopastoril. In: CONGRESO FORESTAL DE CUBA, 5. Havana. **Anais...** Havana: Instituto de Investigaciones Forestais, 5p. 1 CD. 2011.
- PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.de M.; MULLER, M.D.; PIRES, M. de F. A.; CASTRO, C.R.T.de. Potencial de produção e utilização de forragem em sistemas silvipastoris. In: PEDREIRA, B.C.e; PEREIRA, D.H.; PINA, D. dos S.; CARNEVALLI, R.A.; LOPES, L.B.(Ed) Intensificação da produção animal em pastagens. Brasilia-DF. 2014. **Anais...** Embrapa. Brasilia-DF, 51-82p. 2014.

PANDEY, C.B., VERMA, S.K., DAGAR, R.C. et al. Forage production and nitrogen nutrition in three grasses under coconut tree shades in the humid-tropics. **Agroforestry Systems**, v.83, p.1-12, 2011.

PERES, C.A.; GARDNER, T.A.; BARLOW, J.; ZUANON, J.; MICHALSKI, F.; LEES, A.C.; VIEIRA, I.C.G.; MOREIRA, F.M.S.; FEELEY, K.J. Biodiversity conservation in human-modified Amazonian forest landscapes. **Biological Conservation**, Essex, v.143, n. 10, p.2314-2327, 2010.

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, PR: EMBRAPA Florestas, 48p, 2009.

PORTES, T.A.; CARVALHO, S.I.C.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de *Brachiaria* em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, m. 7, p. 1349-1358, 2000.

QUARTAROLI, C.F.; MIRANDA, E. E.DE; HOTT, M.C.; VALLADARES, G.S. Classificação e Quantificação das Terras do Estado do Maranhão quanto ao uso, Aptidão Agrícola e Condição Legal e de Proteção. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Documentos**, 73. Campinas-SP. 2008.

RIVIERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p.41-66, 2009.

RODRIGUES, R. C.; ARAÚJO, R. A.; COSTA, C. S.; LIMA, A. J. T.; OLIVEIRA, M. E.; CUTRIM JR., J. A. A.; SANTOS, F. N. S.; ARAÚJO, J. S.; SANTOS, V. M.; ARAÚJO, A. S. F. Soil microbial biomass in an agroforestry system of Northeast Brazil. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, v. 3, p. 41-48, 2015.

ROMANO, P.A. **Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: uma estratégia para a sustentabilidade**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, v. 31, p. 7 – 15, (Informe Agropecuário 257), 2010.

ROZADOS-LORENZO, M.J.; GONZALEZ-HERNANDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.70, p.53-62, 2007.

SANTOS, D. DE C. **Avaliação de forrageiras em sistemas silvipastoril com eucalipto**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). UNB- Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília-DF. 77 p. 2012.

SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; DOUZET, J.M. **Gestão dos solos e das culturas nas áreas de fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos e das florestas no Centro-Oeste brasileiro – região Centro Norte do Mato Grosso: campanha agrícola 1993-94**. Lucas do Rio Verde: Cooperlucas: CIRAD-CA, p. 259. (Convênio RPA/COOPERLUCAS /CIRAD-CA). 1994

SILVA, R.A.; CRESTE, J.E.; MEDRADO, M.J.S.; RIGOLIN, I.M. Sistemas integrados de produção – O novo desafio para a agropecuária brasileira. **Colloquium Agrariae**, v. 10, n.1, p.55-68, 2014.

SOUZA, J.A. de. **Amostragem de solo, correção e adubação no sistema Integração Lavoura-Pecuária**. Belo Horizonte, MG: EPAMIG, v. 28, p. 80 – 95, (Informe Agropecuário 240), 2007.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Land degradation in drylands (LADA): GEF grant request**. Nairobi, Kenya, 2004.

VALENTIM, J.F.; ANDRADE, C.M.S. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia Legal brasileira. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 8, jan./jun., p. 9-32. 2009.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1º Ed. v. 1, p. 145-167. 2003

VILELA, L.; MARTHA Jr., G.B.; BARIONI, L.G. et al. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 21. Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.425-472. 2004.