



50° Aniversario de ALPA

XXV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal

Recife 07 al 10 de noviembre de 2016

Produção animal em pastagens tropicais da América Latina

Mário de Andrade Lira^{1,2}, Alexandre Carneiro Leão de Mello^{2,3}, Márcio Vieira da Cunha³, Mércia Virginia Ferreira dos Santos^{2,3}, José Carlos Batista Dubeux Júnior⁴, Mario de Andrade Lira Junior^{2,3}, Valéria Xavier de Oliveira Apolinário⁵

Animal production in tropical pastures of Latin America

Abstract. Animal production in Latin America based on tropical pastures contributes significantly to the Agricultural Gross Domestic Product (GDP). Edapho-climatic conditions and the land tenure system are among the determining factors of different types of animal production in the various countries. Based on climatic characteristics, it is possible to divide Latin American tropical livestock production systems into those of dry areas, savannahs and humid areas. Dual-purpose animals account for the bulk of total livestock in tropical Latin America, with management in native pastures predominating. Measures to increase animal production in the region should include the use of more productive forage varieties adapted to different areas, appropriate pasture and herd management procedures and animal and plant genetic improvement, among others. Two of the main obstacles to greater livestock production are the degraded state of many pastures and the need to control emission of greenhouse gases. In order to meet increased demand for food, especially those of animal origin, efforts to increase production should prioritize the recovery of degraded pastures, greater use of integrated systems incorporating legumes and proper management practices, aimed at reducing the emission of greenhouse gases

Keywords: Degraded pasture, Legumes, Productivity, Silvopastoral systems

Resumo. A produção animal em pastagens tropicais da América Latina tem papel primordial no desempenho do Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário desta região. As condições edafoclimáticas e o sistema fundiário são alguns dos fatores determinantes dos diferentes tipos de sistemas de produção animal nos diferentes países. Com base nas características climáticas, é possível dividir as regiões de produção animal na zona tropical da América Latina em áreas secas, áreas de savanas e áreas úmidas. Os sistemas pecuários de duplo propósito representam a maior parte do efetivo total na América Latina tropical, com predominância das pastagens nativas. O aumento da produção animal na região requer utilização de variedades de forrageiras mais produtivas e adaptadas as diferentes áreas, técnicas adequadas de manejo de pastagens e dos rebanhos, e melhoramento genético animal e vegetal, dentre outros. Dentre os principais entraves dos sistemas de produção pecuários na América Latina, destaca-se a degradação das pastagens e a necessidade de reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Em função da elevação da demanda de alimentos, sobretudo os de origem animal, o aumento da produção deve ser realizado priorizando a recuperação de áreas de pastagens degradadas, maior utilização de sistemas integrados com leguminosas e práticas de manejo adequadas, visando a redução da emissão de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: Leguminosas, Pastagens degradadas, Produtividade, Silvopastoril

Recibido: 2017-02-11. Aceptado: 2017-05-01

¹ Pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco-IPA/UPniversidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, Recife/PE, Brasil; Autor para La correspondência: mariolira@terra.com.br

² Bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq

³ Professor da UFRPE

⁴ Professor da University of Florida, Marianna, FL, USA

⁵ Bolsista DCR IPA/FACEPE



Introdução

A atividade pecuária é o uso da terra mais importante na América Latina tropical, particularmente em áreas de fronteira agrícola ou naquelas de solos inapropriados para a agricultura intensiva (Argel, 2006). Segundo a FAO (2012), a pecuária na América Latina cresceu a uma taxa anual de 3,7%, superior à média de crescimento global (2,1%). O setor pecuário contribui com 46% do Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário da América Latina. A produção animal em pastagens tem papel primordial no desempenho do PIB agropecuário desta região.

Pastagens ocupam 562 milhões de hectares na América Latina e Caribe, representando 75% da área agricultável da região. A América do Sul representa a maior proporção da área de pastagens na América Latina, com 466 milhões de hectares (83%), sendo a maior parte ocupada por pastagens naturais (FAO, 2016a). O Brasil possui 196 milhões de hectares de pastagens naturais e cultivadas (FAO, 2016b), no entanto, a proporção de pastagens cultivadas ultrapassou a de pastagens naturais na década de 1990 (IBGE, 2007).

Zonas tropicais no mundo são aquelas situadas entre os trópicos de câncer e o de capricórnio, ou

seja, 27° 27'30" ao sul e ao norte do Equador. Neste sentido, inclui quase todo o México, a América Central e as regiões central e norte da América do Sul. Quanto ao clima, predominam temperaturas elevadas, com ausência de uma estação propriamente fria, exceto algumas áreas de elevada altitude que se encontram nos trópicos, mas têm características distintas. Como as temperaturas são sempre elevadas, o principal fator determinante do clima é a distribuição das chuvas.

Os sistemas de produção pecuários são diversos, variando desde sistemas intensivos, com maior adoção de tecnologias e, portanto, mais produtivos, até sistemas extensivos, com baixa adoção de tecnologia, reduzida produtividade e, em níveis mais extremos, extrativistas. As condições edafoclimáticas, o sistema fundiário, o tipo de produção, dentre outros fatores, são determinantes desses diferentes tipos de sistemas de produção animal nos diferentes países da América Latina.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo revisar e discutir aspectos importantes da produção animal em pastagens cultivadas da zona tropical da América Latina.

Caracterização dos ambientes de pastagens tropicais cultivadas

Na América Latina, a proporção de pastagens nativas é maior do que a de pastagem cultivada (FAO, 2013). Os principais países detentores dos rebanhos são o Brasil, Argentina e Uruguai, porém, considerando que a presente revisão trata da produção animal na zona tropical, o Brasil configura-se como o principal país produtor de produtos de origem animal. No Brasil, os sistemas de produção de carne e leite são baseados principalmente em pastagens. Cerca de 90% dos nutrientes requeridos pelos ruminantes são obtidos diretamente através do pastejo (Euclides *et al.*, 2010).

Entre os anos de 1950-2006, o ganho de produtividade explicou 79% do crescimento da produção de carne bovina no Brasil e possibilitou um efeito de economia de terra de 525 milhões de hectares (Figura 1). Sem este efeito "poupa terra", área de pastagem adicional de até 25% maior que o bioma Amazônia no Brasil seria necessária para atender aos níveis atuais de produção de carne bovina brasileira (Martha Jr. *et al.*, 2012).

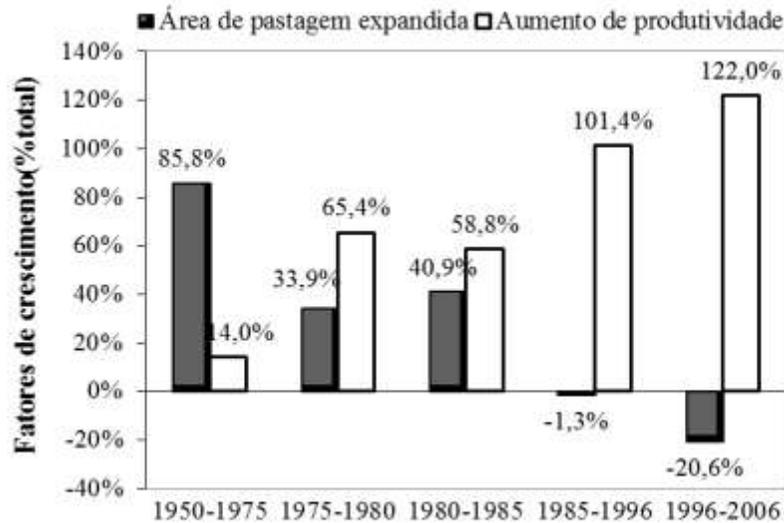
A área de pastagens no Brasil aumentou 60% de 1961 até 2008, no entanto, nesse mesmo período, a população bovina aumentou 261% e, mais importante

ainda, a produtividade da pecuária de corte aumentou 311% (Figura 2) (Dubeux Jr. *et al.*, 2011).

Tecnologias responsáveis pelo aumento da produtividade de carne no Brasil incluem a utilização de variedades de forrageiras mais produtivas e adaptadas ao ambiente brasileiro, avanços nas técnicas de manejo de pastagens e dos rebanhos, melhoramento genético animal e vegetal, dentre outros.

Apesar da melhoria na produtividade da pecuária de corte, os índices ainda estão longe do potencial a ser atingido, tendo espaço para aumento vertical da produção. A intensificação da exploração pecuária possibilita aumentar a produção de carne sem expansão da área de pastagem cultivada, preservando a diversidade ecológica presente nas áreas de vegetação nativa.

Com base nas características climáticas, é possível dividir as regiões de produção animal na zona tropical da América Latina em áreas secas, áreas de savanas e áreas úmidas. Em cada área dessas descritas, identificam-se diferentes fatores limitantes para produção de forragem e conseqüentemente, a produção animal (Tabela 1).



Fonte: IBGE (2011a, 2011b, 2011c)

Figura 1. Fatores que explicam o crescimento da produção de carne no Brasil, 1950-2006.

Fonte: Adaptado de Martha Jr. *et al.* (2012).

Áreas secas

Considera-se semiárida aquela região onde o índice de aridez, obtido pelo quociente entre a precipitação anual e a evapotranspiração potencial, situa-se entre 0,2 e 0,5 (FAO, 2016a). No Brasil, o semiárido ocupa a maior parte do Nordeste do país, incluindo ainda partes de Minas Gerais e do Espírito Santo. Essa região, conhecida como polígono das secas, se caracteriza por apresentar elevada

densidade demográfica, média de chuvas anuais superiores à dos demais semiáridos, ausência de inverno com baixas temperaturas e reduzida umidade relativa do ar no período seco. Contudo, a área é seriamente afetada por secas de grande, média e pequena severidade.

No semiárido nordestino ocorre grande irregularidade na distribuição de chuvas dentro e entre anos, alta evapotranspiração e balanço hídrico

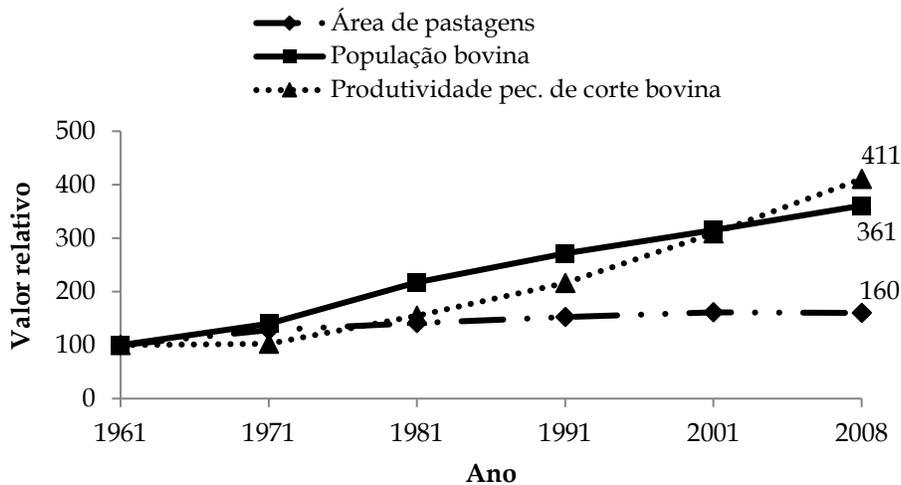


Figura 2. Valores relativos da área de pastagens, população bovina e produtividade da pecuária de corte no Brasil (Adaptado de Dubeux *et al.*, 2011).

Tabela 1 Breve caracterização dos principais fatores limitantes dos sistemas de produção animal a pasto em diferentes ecossistemas brasileiros.

Ecossistema	Tipo predominante de pastagem	Principais fatores limitantes
Áreas secas	Nativa; gramíneas <i>Cenchrus ciliaris</i> , <i>Urochloa</i> , Gramão, Pangolão, <i>P. maximum</i>	Pequenas propriedades, balanço hídrico negativo predominante; Solos rasos e com baixo teores de matéria orgânica, risco de desertificação; A vegetação nativa é formada por reduzida proporção de espécies forrageiras.
Savanas	Cultivada; gramíneas <i>B. brizantha</i> , <i>B. decumbens</i> , <i>P. maximum</i>	Solos de baixa fertilidade e ácidos; Baixa umidade relativa do ar, risco de fogo.
Áreas úmidas	Cultivada; gramíneas <i>B. decumbens</i> , <i>B. brizantha</i> , <i>P. maximum</i>	Baixa fertilidade do solo; Legislação vigente; Tendência de retorno a vegetação clímax.

negativo, os quais afetam marcadamente a produção animal e torna a agricultura uma atividade de alto risco de perda (Santos *et al.*, 2016).

Os solos predominantes são rasos e pedregosos, sendo a vegetação nativa típica a Caatinga. Além disso, a estrutura fundiária do semiárido do Brasil é caracterizada pela forte predominância de pequenas propriedades, com cerca de 30% das propriedades com área superior a 100 ha e 66% com área inferior a 10 ha (Hoffmann e Ney, 2010).

Os sistemas de produção animal no semiárido do Brasil devem ser baseados no uso da pastagem nativa apenas durante o período chuvoso, sendo as pastagens cultivadas primordiais para sustentabilidade da produção durante a época seca do ano.

As plantas a serem utilizadas para formação de pastagens no semiárido devem ser tolerantes a intenso déficit hídrico e a altas temperaturas, o que limita o número de espécies que podem ser exploradas sob pastejo nessa região (Santos *et al.*, 2016).

As pastagens cultivadas no semiárido do Nordeste do Brasil são formadas, em geral, por gramíneas como Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), Gramão [*Cynodon dactylon* var. *dactylon* (L.) Pers.], Corrente (*Urochloa mosambicensis* Hanck Dandy), Pangola (*Digitaria decumbens* Stent), Pangolão (*Digitaria pentzii* Stent.) e *Panicum maximum* Jacq. (Moreira *et al.*, 2011; Coêlho, 2014).

Espécies forrageiras menos exigentes em fertilidade do solo e mais tolerantes a seca, tais como Capim-corrente, Capim-pangolão, Capim-buffel entre outras, na maioria das situações são mais adequadas e

podem garantir aos sistemas de produção animal menor risco e maior resiliência às irregularidades climáticas do semiárido (Cunha *et al.*, 2012).

No município de Caruaru-PE, foi estudada a adaptação de gramíneas exóticas (Capim-corrente, Capim-pangolão, Capim-buffel e um ecótipo espontâneo de *P. maximum*). Costa (2010) avaliou o estabelecimento dessas pastagens por meio de mudas e concluiu que os que mais se destacaram foram o Pangolão e o *P. maximum*, e que o Corrente por meio de mudas enraizadas não apresentou estabelecimento satisfatório. Sob lotação intermitente (um dia de “mob-grazing” e 34 dias de descanso), o Pangolão e o *P. maximum* foram mais promissores para utilização sob pastejo (Menor, 2013; Coêlho, 2014).

O diferimento de pastagens é uma estratégia de manejo utilizada em regiões semiáridas. Dantas Neto *et al.* (2000) observaram redução no teor de proteína bruta do Capim-buffel de 123 para 60 g/kg aos 35 e 110 dias de diferimento. Moreira *et al.* (2007) observaram que a pastagem de Capim-buffel diferida (de setembro a dezembro de 2001) apresentou alta variabilidade no valor nutritivo do pasto (Tabela 2) e da dieta selecionada pelos animais.

Forrageiras adaptadas às condições de aridez são utilizadas em outras áreas de pastagens na região mais seca de países da América Latina. O Capim-buffel foi avaliado em Tamaulipas-México (Franco *et al.*, 2007) quanto a severidade de ataque da doença “tizón foliar” (*Pyricularia grisea*) e observaram que a maior severidade foi associada a plantas estressadas por seca ou condições edáficas adversas. Martin-R *et al.* (1995) trabalhando no deserto de Sonora-México,

observaram elevada variabilidade na produção do Capim-buffel conforme a precipitação e temperatura, com média de 6,9 T de MS/ha durante os três anos de estudo. Martínez-López *et al.* (2014) observaram produção anual variando de 4,5 a 10,2 T de MS/ha com precipitação anual de 300 a 704 mm, respectivamente. Tais produções são próximas às observadas no semiárido do Brasil (Oliveira *et al.*, 1999; Martins *et al.*, 2013).

Savanas

Aproximadamente 50% das áreas de savana no mundo estão na América Latina, especialmente na América do Sul. Estas áreas compreendem 207 x 10⁶ ha no Brasil, 28 x 10⁶ ha na Venezuela, 17 x 10⁶ ha na Colômbia, 14 x 10⁶ ha na Bolívia e 4 x 10⁶ ha na Guiana. A savana brasileira, denominada de Cerrado, é a maior e mais desenvolvida savana da América Latina (Lopes *et al.*, 2004). As regiões de savana na Colômbia e Venezuela são conhecidas como "Llanos".

Nas últimas quatro décadas, a vegetação herbácea natural, com baixa exigência em nutrientes nas savanas da Colômbia e Venezuela (Llanos), bem como no Brasil (Cerrado) vem sendo substituída por forrageiras africanas introduzidas para formação de pastagens, em especial dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Andropogon* (Lopes-Hernandez *et al.*, 2005; Macedo, 2005).

O Cerrado ocupa uma área de, aproximadamente, 2 milhões de km² (IBGE, 2004) na porção central do Brasil e engloba parte dos estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, São Paulo e Tocantins, além do Distrito Federal (Figura 3). As áreas mais extensas de uso da terra estão localizadas na porção sul, enquanto a maior parte da vegetação natural no norte. As duas classes mais representativas de uso da terra, as pastagens cultivadas e as culturas agrícolas, ocupam 26,5 e 10,5% do Cerrado, respectivamente, e apresentam distribuição espacial bastante heterogênea (Sano *et al.*, 2008).

Segundo Macedo (2005), no Cerrado há, aproximadamente, 51 x 10⁶ ha com pastagens de *Brachiaria* spp., 7,2 x 10⁶ ha *P. maximum* Jacq. e 1,8 x 10⁶ ha de outros gêneros, tais como *Andropogon*, *Melinis* e *Cynodon*. Atualmente a maioria das áreas de pastagens (30 x 10⁶ ha) são ocupadas por *B. brizantha* cv. Marandu, seguido por *B. decumbens* (15 x 10⁶ ha) e *B. humidicola* (5,4 x 10⁶ ha). As cultivares de *P. maximum* mais utilizadas nas pastagens são Tanzânia e Mombaça (4,8 x 10⁶ ha).

A maior parte dos solos apresenta teores de nutrientes abaixo do recomendado para o adequado desenvolvimento dos pastos. Independentemente da textura, aproximadamente 90% dos solos apresentam disponibilidade baixa ou muito baixa de fósforo. Os Latossolos, tipo predominante de solo, apresentam adequadas características físicas (infiltração de água alta, retenção de água moderada, e fácil mecanização). A maioria dos solos é ácido, com alta saturação de alumínio, forte retenção de fósforo e conteúdo de nutrientes pobres (Vendrame *et al.*, 2010). Segundo Pacheco *et al.* (2013), essas características inibiram o desenvolvimento do Cerrado para a agricultura até os tempos modernos.

O clima é caracterizado por duas estações bem definidas: invernos secos e verões chuvosos. A temperatura média nos meses mais frios é de 18 °C. A época seca se estende de abril a setembro. A umidade relativa do ar é baixa, favorecendo a ocorrência de fogo. Mesmo na estação chuvosa (outubro a março), períodos de seca ocorrem frequentemente, variando de 1 a 2 semanas, e promovendo perdas consideráveis para a produção agrícola.

Em relação à formação vegetal, poder ser dividido em: 1) Cerradão, com um dossel quase fechado (árvores com 12 a 15 m de altura); ocorre principalmente no limite floresta-savana; 2) Cerrado propriamente dito (> 15% de cobertura vegetal, frequentemente 20-30%), é o mais extensivo tipo de savana no Brasil e compreende Cerrado aberto com uma cobertura vegetal relativamente aberta e Cerrado

Tabela 2. Valor nutritivo do Capim-buffel diferido sob pajejo de bovinos no semiárido de Pernambuco

Mês	g/kg						
	MS	PB	FDN	FDA	MM	EE	DIVMS
Setembro	728,2	30,4	684,9	502,1	106,4	18,4	328,8
Outubro	598,6	40,6	796,2	527,1	86,8	13,2	264,4
Novembro	713,5	33,4	758,8	511,9	76,6	14,2	307,8
Dezembro	586,9	45,2	774,4	533,2	73,2	15,5	289,7

Fonte: Adaptado de Moreira *et al.* (2007).

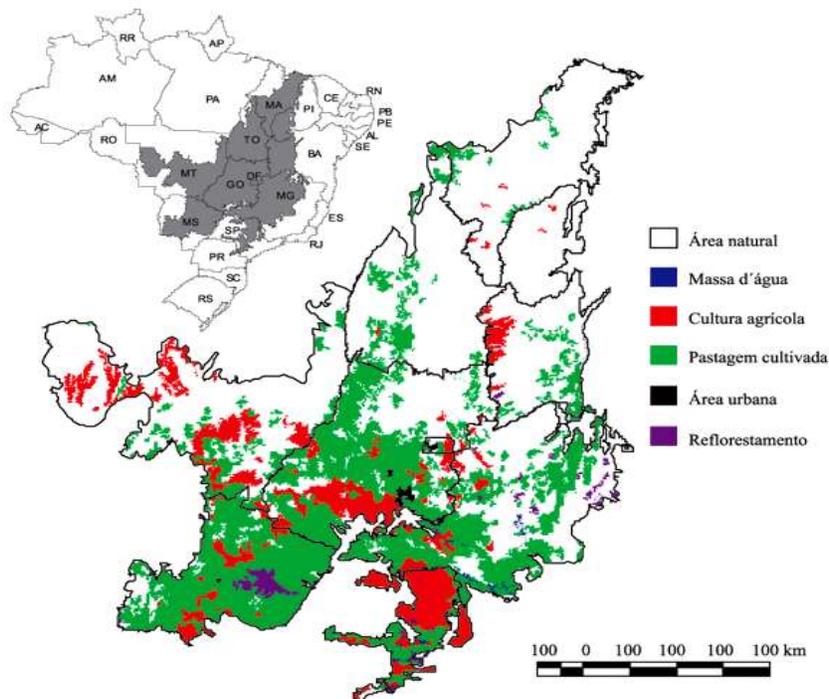


Figura 3. Distribuição espacial das classes de uso da terra no Bioma Cerrado.

Fonte: adaptado de Sano *et al.* (2008).

denso com uma cobertura vegetal densa. Os campos naturais são divididos em: Campo cerrado ou savana aberta (2-15% de cobertura arbórea); Campo sujo ou cerrado, savana aberta com árvores dispersas (<2 m) ou arbustos com menos de 5% de cobertura; e campo limpo ou pastagem (Batlle-Bayer *et al.*, 2010).

De maneira geral, a vegetação apresenta uma série de adaptações ao fogo, tais como casca dos troncos grossa, folhas coriáceas, capacidade de regeneração rápida e sistemas de raízes profundas. A porcentagem de biomassa consumida pelo fogo varia de acordo com a composição da vegetação e estrutura da comunidade. No geral, o fogo tem menos efeito nas savanas lenhosas do que em pastagens (Campo Limpo) e savanas arbustiva (campo sujo). A adaptação ao fogo mantém um equilíbrio entre gramíneas e vegetação lenhosa e auxilia na reciclagem de nutrientes e germinação (Batlle-Bayer *et al.*, 2010).

Áreas úmidas

As áreas úmidas da América Latina também apresentam elevadas temperaturas ao longo do ano, com pequena variação em termos de amplitude entre as estações do ano, bem como, de maneira geral, apresentam elevadas umidades relativas do ar. Em função da variabilidade dos ecossistemas presentes nessas áreas (e.g. Zona da Mata, Pantanal, Região

Amazônica, etc.), as precipitações anuais variam bastante, desde médias anuais em torno de 1.200 mm, como na Zona da Mata Seca de Pernambuco, até mais de 2.000 mm anuais, como na porção central da Amazônia. Como na grande maioria dos solos da região tropical, a predominância dos solos nessas áreas é de baixa fertilidade, com variáveis níveis de acidez e baixa CTC.

A grande maioria das pastagens tropicais exploradas nas zonas úmidas da América Latina é formada por gramíneas originadas da África. Entre os gêneros de maior importância estão *Brachiaria*, *Pennisetum*, *Panicum*, *Chloris*, *Hemarthria*, *Cynodon*, *Paspalum*, *Hyparrhenia*, *Digitaria*, entre outros (Quero-Carrillo *et al.*, 2007). Na maior parte das áreas exploradas, as pastagens são formadas pelas gramíneas em cultivos solteiros e com baixa variabilidade das espécies cultivadas.

Em grande parte dos países da América Latina há um esforço de avaliação e introdução de espécies exóticas adaptadas as condições locais, visando aumento da capacidade de suporte das pastagens e, conseqüentemente, da produtividade animal.

Produção animal em pastagens tropicais

O Uruguai, a Argentina e o Brasil são os principais detentores de rebanhos da América Latina. Destes, apenas o Brasil é incluído nos trópicos.

Ao se analisar a evolução dos rebanhos do Brasil (Tabela 3), fica evidenciada a importância e evolução do rebanho bovino, enquanto que o efetivo ovino apresentou uma queda marcante de 1970 a 1980, provavelmente devido à competição das fibras sintéticas com a lã.

As principais finalidades da criação de bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos no Brasil são carne e leite, com menores importâncias para tração e lã. A utilização do bovino como animal de tração era uma atividade importante que tende a desaparecer. Os bubalinos também produzem carne, mas sua difusão está intimamente relacionada à produção de leite para a comercialização de queijos finos. Muito se fala da exploração do leite de caprinos, mas sua importância ainda é muito limitada. A exploração da lã, além de decadente, nunca foi uma atividade tropical. Pela sua crescente importância, centramos a discussão nos bovinos para carne e leite nos trópicos do Brasil, que é o principal exportador de carne bovina desde 2008 (Ministério da Agricultura, 2016).

Os pastos tropicais constituem a base nutricional para os rebanhos de ruminantes nos trópicos, as quais se caracterizam em função do ciclo de fixação de carbono C_4 , pelo elevado potencial produtivo de forragem, entretanto pelo valor nutritivo relativamente reduzido, sobretudo pela baixa digestibilidade, o que promove normalmente reduzidos consumos de matéria seca pelos animais.

Neste sentido, a produção animal em pastagens tropicais tem demonstrado que, em parte, as deficiências apresentadas pelas gramíneas forrageiras tropicais, que comprometem o ganho por animal, são compensadas pela maior produção de massa de forragem, o que leva à maior capacidade de suporte e, conseqüentemente, aumento na produção por área (Barcellos *et al.*, 2008).

Produção animal em Áreas Secas

Pastagens cultivadas representam importante alternativa para aumentar a produtividade dos sistemas no semiárido, quando comparada à

pastagem nativa (Tabela 4), ocorrendo aumento da capacidade de suporte quando cultivado.

Santos *et al.* (2005), ao manejarem uma pastagem de Capim-buffel diferido em Serra Talhada-PE, observaram massa de forragem de 5000 a 3200 kg MS/ha. Tal massa permitiu alimentar oito vacas e três novilhos em 7,5 ha, entre os meses de setembro a dezembro, período de menor precipitação pluvial (35,04 mm registrados no decorrer do experimento) e, conseqüentemente, menor massa de forragem nas pastagens.

No município de São Bento do Una - PE, Agreste sub úmido, Silva (2012) avaliou características estruturais e desempenho animal de ovinos SRD em pastagens diferidas de Capim-corrente, Capim-pangolão e da gramínea nativa Capim-de-raiz (*Chloris orthonoton* Doell) sob adubação nitrogenada (0, 80 e 100 kg/ha) e lotação em intermitente (14 dias de pastejo e 28 dias de pasto em descanso). O Capim-pangolão apresentou características estruturais mais satisfatórias e proporcionou maior desempenho animal (médias de 0,19 kg de peso vivo (PV)/animal-d e 8,3 kg PV/ha-d), quando comparado ao Capim-de-raiz e ao Capim-corrente. O autor observou ainda que a adubação nitrogenada, apesar de afetar as características estruturais das gramíneas sob pastejo, não influenciou o desempenho animal.

À medida que se intensifica o manejo, aumentando a entrada de energia no sistema, seja por meio de irrigação, fertilização, ou introdução de espécies de forragem melhoradas, ocorre aumento na capacidade suporte dos pastos (Tabela 5) e, conseqüentemente, maior produção animal por área.

Albuquerque *et al.* (2002), no Agreste Setentrional de Pernambuco, avaliaram fontes de suplementação protéica sobre o desempenho de vacas mestiças 5/8 Holando-Zebu, alimentadas com palma forrageira e pasto diferido durante a estação seca. Verificaram que a suplementação com farelo de soja, como fonte protéica, proporcionou maior produção de leite, em pastagem nativa diferida com

Tabela 3. Evolução dos rebanhos no Brasil. (Unidade, 1000 animais)

Tipo de rebanho	1970	1980	2010	2015
Bovinos	78562	118085	209541	215191
Bubalinos	106	381	1154	1365
Caprinos	5708	9081	9313	9615
Ovinos	17643	9509	17380	18410

Fonte: IBGE (2011a).

Tabela 4. Capacidade de suporte, ganho de peso por animal e ganho de peso por ha em quatro tipos de pastagem, Serra Talhada - PE

Parâmetros	Buffel Gayndah ¹	Buffel Americano ²	Corrente ³	Nativo
Capacidade de suporte (animal/ha-ano)	0,79a	0,82a	0,77a	0,66b
Ganho por animal (kg/da)	0,33a	0,33a	0,27a	0,14b
Ganho por área (kg/ha-ano)	97,00a	102,00a	70,00a	32,0b

^{a,b} Médias eguidas pela mesma letra na linha, não são diferentes entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

¹*Cenchrus ciliaris* cv. Gayndah, ²*Cenchrus ciliaris* cv. Americano, ³*Urochloa mosambicensis* (Hanck). Dandy.

Fonte: Fonte: Lira *et al.* (1987).

predominância do Capim-milhã [*Brachiaria plantaginea* (Link) Hitch].

A palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) é uma importante cactacea para suplementação dos animais na região semiárida brasileira, considerando a acentuada redução de massa de forragem que ocorre durante o período seco do ano, o qual tem duração de, aproximadamente, oito meses. Segundo Santos *et al.* (2016), é uma importante reserva estratégica, devendo ser utilizadas cultivares de palma resistentes a praga cochonilha do carmim (*Dactylopius* sp.), sendo uma alternativa para associar ao uso do pasto, bem como para diminuir a área necessária para manutenção de uma unidade animal em pastagem nativa.

Souza e Espíndola (1999) avaliaram o desempenho de borregos em pastagens de Capim-buffel recebendo diferentes suplementações durante duas épocas do ano. Observou-se que o uso de feno de *Leucena* para suplementação de borregos mantidos a pasto, durante a estação seca, foi eficiente. Souza e Espíndola (2000) avaliaram o desempenho de ovinos criados em pastagens de Capim-buffel acessando o banco de proteína de *Leucena*. Os autores concluíram que a *Leucena* permitiu um acréscimo da lotação animal, de 4 para 6 borregos/ha, sem reduzir a

taxa diária de ganho dos animais (Tabela 6), gerando assim, maior ganho de peso por área.

O uso de irrigação trata-se de uma ferramenta de elevada resposta quando se pretende aumentar a capacidade de suporte das pastagens no semiárido. Avaliando a terminação de ovinos em pastagens de Capim-tanzânia (*P. maximum* Jacq. cv. Tanzânia) e Capim-gramão (*C. dactylon* var. *dactylon* (L.) Pers.) irrigadas, Wander *et al.* (2002) adotaram taxa de lotação de 60 ovinos/ha, possibilitando a terminação de quatro lotes de animais por ano. Segundo os autores, em condições de sequeiro, na região, só é possível terminar um lote por ano, sob pastejo.

Savanas

Na região do Cerrado do Brasil, o desempenho animal em pastagens cultivadas varia conforme a espécie, cultivar e manejo adotado nas pastagens. De forma geral, nos sistemas sob lotação contínua com forrageiras do gênero *Brachiaria* (*B. decumbens* e *B. brizantha*) são obtidos ganhos de peso por animal que variam de 300 a 800 g/d, ganhos por área de 200 a 1000 kg/ha-ano e lotações animais de 2 a 4 UA/ha (Tabela 7).

Estratégias para aumentar a produtividade animal nas pastagens incluem a aplicação de fertilizantes, melhoria do manejo do pastejo, maior

Tabela 5. Capacidade de suporte provável de alguns sistemas de exploração a pasto em condições tropicais

Sistema	Capacidade de suporte (UA/ha)
Pasto cultivado, áreas secas	0,6-1
Pasto cultivado, áreas úmidas	1-3
Pasto cultivado, áreas úmidas, adubação modesta	2-4
Pasto cultivado, áreas úmidas, adubação pesada	6-8



Tabela 6. Ganho de peso por animal (g/d) em dois tipos de pastagens, em três diferentes taxas de lotação.

Lotação (borregos/ha)	Tipos de pastagem	
	Buffel	Buffel+Leucena
04	42,4aA	50,0aA
06	19,5bB	49,1aA
10	16,6bA	15,6 bA

A,a,B,b Médias na linha seguidas de letras maiúsculas diferentes e médias na coluna, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem ($P < 0,05$) pelo teste t de Student.

Fonte: Adaptado de Souza e Espíndola (2000).

utilização de subprodutos agrícolas, uso de leguminosas, suplementos e manipulação da taxa de lotação e da oferta de forragem (Boval e Dixon, 2012). Dada a maior área de pastagens na América tropical e as condições climáticas favoráveis, a região de savanas é a que apresenta o maior potencial para intensificar o uso de pastagens nesta região.

Neste sentido, Machado *et al.* (2008) estudaram o desempenho animal em pastagens de Capim-marandu sob quatro ofertas de forragem (4, 8, 12 e 16% PV) e demonstraram que o ganho médio diário (GMD) apresentou resposta quadrática à oferta de forragem, sendo crescente até a oferta de 11,7%, quando atingiu o máximo de 0,85 kg/animal-d. A lotação animal apresentou relação quadrática com as ofertas e variou de 2.283 a 1.021 kg de PV/ha com relação às ofertas de 3 e 15% do PV, respectivamente. O ganho de peso por hectare apresentou resposta quadrática ao aumento da oferta de lâminas foliares verdes, que diminuiu de 799 para 441 kg ha⁻¹ nas ofertas de 3 e 15%, respectivamente.

Em Capim-tanzânia sob lotação intermitente, Euclides *et al.* (2014) avaliaram o efeito de duas estratégias de pastejo, variando de período de descanso fixo (35 dias na primavera e outono e 30 no verão) a variável, determinado pelo tempo necessário para o pasto atingir 70 cm. Apesar da maior taxa de lotação no verão nos pastos manejados com períodos de descanso fixos, o maior desempenho animal nos pastos manejados com período de descanso variável proporcionou maior produtividade animal, com média de 990 e 860 kg/ha-estação de crescimento, para os períodos de descanso variável e fixo, respectivamente (Tabela 8).

Já para o Capim-mombaça (*P. maximum* cv. Mombaça), Cândido *et al.* (2005) verificaram que o período de descanso mais longo (tempo necessário para expansão de 4,5 folhas/perfilho) afetou o desempenho de novilhos (433 g/novilho-d) e a produtividade por área (363 kg PV/ha-ano),

enquanto o menor período de descanso (tempo necessário para expansão de 2,5 folhas/perfilho) favoreceu o desempenho (704 g/animal-d) e a produtividade por área (546 kg PV/ha-ano). Assim, os autores afirmam que o período de descanso do Capim-mombaça não deve exceder o tempo necessário para a expansão de 2,5 novas folhas por perfilho, que variou de 24 a 41 dias.

Áreas úmidas

Segundo Argel (2006), estima-se aumentos de 24% da produção de leite e 5% da produção de carne e aumentos de produtividade animal de 25% e 12%, respectivamente para o México e para Honduras, devido à adoção de pastagens de espécies do gênero *Brachiaria*. O maior impacto observa-se na Costa Rica, com aumentos da produção de 55% de leite e 18% de carne.

Os sistemas pecuários de duplo propósito representam 78% do efetivo total na América Latina tropical, os quais contribuem com, aproximadamente, 42% do leite produzido (Argel, 2006).

Entretanto, são sistemas de reduzida produtividade animal, principalmente pela utilização de forrageiras de baixa qualidade, mal manejadas e de animais com baixo potencial genético. O International Center for Tropical Agriculture (CIAT), na Colômbia, juntamente com outras instituições de pesquisa da América Latina, tem realizado esforços de identificar e adotar espécies forrageiras de maior potencial e mais adaptadas, o que tem permitido incrementos significativos na produtividade animal em regiões úmidas do México, Panamá e outros países da América Central.

Vários experimentos foram realizados com animais de duplo propósito para avaliar a influência da suplementação do pasto com forragem de espécies arbóreas sobre o ganho de peso de animais em crescimento (Clavero, 2011). Os resultados demonstram relação linear entre os níveis de suplemento e os ganhos de peso. Na maior

Tabela 7. Desempenho animal de bovinos de corte em pastagens cultivadas sob lotação contínua no Cerrado brasileiro.

Pastagens	Altura de pastejo	Adubação	Ganho (g/ animal-dia)	Ganho (kg/ha-ano)	Lotação (UA/ha)	Fonte
Capim-xaraés (<i>Urochloa brizantha</i> cv. Xaraés)	15 cm	100 kg N/ha	720	678	3,5	Carloto <i>et al.</i> (2011)
	30 cm			499	2,5	
	45 cm			324	2,0	
Capim-piatã (<i>Urochloa brizantha</i> , cv. Piatã)	15 cm	90 kg N/ha e 40 kg/ha de 0-20-20	650	1050	3,8	Nantes <i>et al.</i> (2013)
	30 cm			910	3,1	
	45 cm			635	2,4	
Capim-marandu (<i>Urochloa brizantha</i> , cv. Marandu)	15 cm	100 kg N/ha e 200 kg N/ha de 0-20-20	615	330	2,8	Paula <i>et al.</i> (2012)
	30 cm			665	2,5	
	45 cm			775	2,0	
B. decumbensouB. Brizanthasolteira	-	50 kg P ₂ O ₅ /ha e 24 kg K ₂ O/ha	340	352	3,1	Euclides <i>et al.</i> (1998)
B. decumbensouB. Brizantha + Calopogoniummucunoides	-	-	390	404	3,1	
B. decumbens + S. Guianensis cv. Mineirão	-	-	409	464	3,6	
B. brizantha cv. Marandu c+ S. Guianensis cv. Mineirão	-	-	333	352	3,3	Almeida <i>et al.</i> (2002)

Tabela 8. Duração do período de descanso, taxa de lotação e desempenho animal¹ em *P. maximum* cv. Tanzânia² com período de descanso fixo e variável³ (tempo para o pasto atingir 70 cm). O período de pastejo compreendeu o tempo necessário para o pasto reduzir a altura de 35 cm.

Período de descanso	Primavera (17 de outubro a 19 de dezembro de 2007)	Verão (20 de dezembro de 2007 a 19 de março de 2008)	Outono (20 de março a 20 de maio de 2008)
	<u>Duração do período de descanso (dias)</u>		
Fixo	35	30	35
Variável	29 ^a	23 ^b	31 ^a
	<u>Taxa de lotação (UA/ha)</u>		
Fixo	4,0 Ab	7,7 Aa	4,1 Ab
Variável	3,4 Ab	5,8 Ba	3,8 Ab
	<u>Ganho de peso (g/animal-dia)</u>		
Fixo	700 Ba	630 Ba	640 Ab
Variável	870 Aa	830 Aa	650 Ab

A,a,B,b Médias seguidas por mesmas letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

¹Novilhos nelore com peso vivo inicial de 290 kg.

²Fertilização: 80 kg/ha de P₂O₅, 80 kg/ha K₂O e 200 kg/ha de N

³Altura relacionada ao momento que o pasto intercepta 95% de luz (Barbosa *et al.*, 2007).

Fonte: Adaptado de Euclides *et al.* (2014).

parte dos estudos com bovinos, os ganhos diários por animal em sistemas de pastejo foram acima 500 g, possibilitando pesos finais em torno de 450 kg, aos 24-26 meses de idade e produção de carne de 500-800 kg/ha-ano, valores muito satisfatórios para animais de duplo propósito.

O efeito positivo da suplementação no desempenho animal também foi demonstrado fortemente na região do Pantanal do Brasil. Lima *et al.* (2015) avaliaram o ganho de peso de bezerras desmamadas das raças Pantaneira e Girolando mantidas em pastagens de Capim-braquiária (*B. decumbens*), sob lotação intermitente durante o período de estiagem, sendo os tratamentos pasto exclusivo, suplementado com concentrado (1% PV), suplementado com concentrado mais um aditivo melhorador das funções orgânicas e tratado somente com aditivo. Os autores não observaram diferenças significativas entre as raças no ganho de peso, com média de 140,8 e 150,8 g/d para o grupo não suplementado com concentrado e de 321,6 e 448,5 g/d para os animais suplementados, respectivamente para as raças Pantaneira e Girolando. Foi observado efeito significativo ($P < 0,05$) da suplementação concentrada no peso corpóreo final, com incremento para o GMD de 128,6 e 200% para as raças Pantaneira e Girolando, respectivamente.

Em termos de quantidade de área, a principal zona úmida da América Latina trata-se da região Amazônica. A pecuária em pastagens cultivadas da

Amazônia tem sido estigmatizada como responsável pela baixa eficiência do uso da terra. Um dos principais entraves para o desenvolvimento da pecuária nas zonas úmidas, sobretudo na Amazônia, trata-se da elevada taxa de desmatamento empregada para o estabelecimento de pastagens. Castro *et al.* (2008) já estimavam que a área total desmatada na Amazônia brasileira, considerando-se as pastagens cultivadas e as ocupadas com produção agrícola, ultrapassava 50 x 10⁶ ha.

Na Amazônia brasileira, há alguns anos, a prática é intensa, pois os produtores estabelecem as pastagens em áreas desmatadas, as quais, em função da elevada fertilidade de solo da área, produzem uma quantidade de forragem satisfatória nos primeiros anos. Entretanto, a taxa de lotação normalmente adotada nessas áreas excede a capacidade de suporte das pastagens que, aliada a não reposição de nutrientes ao solo, promovem a degradação precoce dessas áreas, levando os produtores a buscarem a formação de novas áreas de pastagens, voltando a utilizar o mesmo recurso de desmatamento de novas áreas.

Nos últimos anos, uma alternativa que tem sido utilizada com sucesso é o sistema integrado de pastagens, utilizando o potencial produtivo das forrageiras da várzea, na época seca, e as pastagens cultivadas, na terra firme, do gênero *Brachiaria* (principalmente *B. humidicola* e *B. brizantha*) (Castro *et al.*,

2008). Esse sistema não tem provocado significativos danos ambientais por utilizar áreas menores e já alteradas. As pesquisas demonstram resultados satisfatórios no desempenho produtivo e econômico na terminação de bubalinos, o que permite que os animais atinjam entre 400 e 450 kg PV, com idade inferior a dois anos (Lourenço Júnior e Garcia, 2006).

Buscando-se obter recomendações de espécies forrageiras adaptadas e produtivas, bem como práticas e sistemas de manejo mais econômicas e sustentáveis para a região da Zona da Mata de Pernambuco, a equipe de Forragicultura do Acordo de Cooperação Institucional firmado entre a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) vem desenvolvendo diversos experimentos na Estação Experimental de Itambé (IPA). O município de Itambé apresenta clima, segundo classificação de Köppen, do tipo As'--tropical chuvoso quente e úmido, com verão seco, precipitação média anual de aproximadamente, 1.200 mm, temperatura média anual de 24 °C e altitude de 190 m. Desde o início das pesquisas que o potencial de aumento de produtividade animal, quando se introduz espécies exóticas no sistema, vem sendo comprovado.

Fernandes *et al.* (1973) compararam pastagens de espécies exóticas em cultivos solteiros (*D. decumbens* Stent.--Capim-pangola e *B. decumbens*

Stapf.--Capim-braquiária) ou consorciados com leguminosa (*P. pupureum* Schum.--Capim-elefante e *Melinis minutiflora* P. Beauv.--Capim-gordura, consorciados com *Pueraria phaseoloides* Roxb. centh.--Kudzu Tropical), com o pasto nativo da região, pastejados sob quatro lotações, com animais mestiços azebuados, por um período de dois anos. Os pastos receberam apenas adubação fosfatada, correspondendo a 100 kg de P₂O₅/ha em cada ano. Os autores já observaram, à época, maiores ganhos nas pastagens exóticas, quando comparado à pastagem nativa, bem como maiores desempenhos individuais dos animais nas menores lotações e maiores produtividades por área nas maiores lotações (Tabela 9). Observaram ainda princípio de degradação das pastagens nas duas maiores lotações, bem como o desaparecimento da leguminosa nos pastos consorciados.

Na mesma estação experimental (Itambé-PE), Lira *et al.* (1990) testaram quatro gramíneas exóticas (*B. decumbens*, *B. humidicola*, *P. purpureum* e *Panicum maximum* Jacq. cv. Sempre Verde) avaliando o ganho de peso de novilhos mestiços holandês x zebu, com PV inicial entre 120 e 140 kg e peso final em torno de 400 kg, ao longo de 4,5 anos. Os pastos foram manejados sob lotação intermitente, com adubação anual de 250 kg N, 50 kg P₂O₅ e 100 kg K₂O/ha. Os autores observaram diferenças significativas entre as espécies para a taxa de lotação, entretanto, tanto no desempenho, como na

Tabela 9. Desempenho animal em pastagens submetidas a diferentes lotações, na Zona da Mata de Pernambuco; Itambé-PE

Tratamentos	Ganho de Peso kg/ha-ano	Ganho de Peso Diário kg/animal
Pasto Nativo	178,8	0,33
Pangola	315,0	0,58
<i>Brachiariadecumbens</i>	299,2	0,55
Capim-elefante + Kudzu Tropical	296,6	0,55
Capim-gordura+ Kudzu Tropical	294,2	0,55
Lotação (época chuvosa) animal/ha*	Ganho de Peso kg/ha-ano	Ganho de Peso Diário kg/animal
1	149,0	0,69
2	255,4	0,59
3	340,6	0,53
4	347,4	0,43

*Peso médio = 191 e 170 kg em 1971 e 1972; a lotação era reduzida a metade na estação seca.

Fonte: Fernandes *et al.* (1973).

Tabela 10. Lotação animal, desempenho de novilhos (ganho de peso médio) e produtividade animal (ganho de peso por área) em pastagens de quatro gramíneas forrageiras exóticas, Itambé - PE.

Espécie	Lotação (Novilho/ha)	Desempenho (kg/animal-d)	Produtividade (kg/ha-ano)
<i>P. maximum</i>	3,60c	0,37a	481a
<i>P. purpureum</i>	3,60c	0,37a	489a
<i>B. decumbens</i>	4,21b	0,35a	501a
<i>B. humidicola</i>	5,19a	0,29a	522a

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na coluna diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.
Fonte: Lira *et al.* (1990)

produtividade por área, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 10). Os autores consideraram baixos os valores de ganho individual dos animais, entretanto, dada as taxas de lotação suportada pelas pastagens, consideraram a produtividade elevada para os sistemas avaliados. Entretanto, já naquela época, os autores consideravam a rentabilidade dos sistemas duvidosa, face ao preço do adubo e da arroba da carne, merecendo recomendações com restrições para cada situação específica.

Dentre os principais entraves dos sistemas de produção pecuários na América Latina, destaca-se a degradação das pastagens como o principal deles. As duas principais causas dessa degradação residem na utilização de pressão de pastejo muito superior à capacidade de suporte dos pastos, bem como a reduzida reposição de nutrientes ao solo. Visando a redução desse problema, a utilização de sistemas agroflorestais, sobretudo os silvipastoris, vem recebendo grande atenção dos pesquisadores e produtores, visto que traz diversos benefícios ao sistema produtivo, desde melhoria nas condições de solo, da dieta, conforto térmico para os animais, diversificação dos produtos, dentre outros.

Townsend *et al.* (2000), avaliando o desempenho de novilhos bubalinos em diferentes sistemas silvipastoris (pastagem sob sombreamento de seringal, pastagem com bosque de espécies florestais nativas e pastagem a pleno sol), observaram que animais mantidos sob sombra ganharam mais peso que os mantidos em pastagens a pleno sol (757, 472 e 337g/animal-d, respectivamente), o que demonstra os efeitos benéficos da sombra.

Em Cuba, Lamela *et al.* (2005) avaliaram o comportamento de touros zebuínos (3 animais/ha) pastando em *Leucaena leucocephala*, *Bauhinia purpurea* e *Albizia lebeck*. Os resultados demonstraram superioridade dos sistemas de associações em relação ao sistema da gramínea solteira fertilizada. González-Arcia *et al.* (2012) avaliando a associação *B. brizantha* Toledo com *Cratylia argentea* demonstraram ganhos de peso médios diários de novilhas holandês x zebu acima de 0,8 kg.

Manríquez-Mendoza *et al.* (2011) avaliaram a produção e qualidade da forragem e o ganho de peso de bezerras e ovelhas em sistemas silvipastoris formados por *Guazuma ulmifolia* Lam. e as gramíneas *Digitaria eriantha* Stent cv. Pangola, *B. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Insurgentes ou *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon e S. W. L. Jacobs cv. Tanzânia. Os tratamentos foram: 1) pastejo misto de 4 a 5 bezerras e 6 ovelhas; 2) pastejo simples de 12 ovelhas. Os autores obtiveram maior disponibilidade de forragem e maiores teores de proteína bruta na associação com Capim-pangolão, bem como maior ganho de peso anual no pastejo misto (444,4 kg/ha) em relação ao pastejo simples (321,7 kg/ha).

Apolinário *et al.* (2015) indicaram que sistemas silvipastoris de leguminosas arbóreas e gramíneas C_4 (*B. decumbens* Stapf.) podem elevar a renda bruta da propriedade pela venda de produtos oriundos do componente arbóreo, como lenha e estacas. Costa *et al.* (2016) observaram que a produtividade animal em sistemas silvipastoris utilizando as leguminosas arbóreas *Mimosa caesalpinifolia* Benth. ou *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp. foi semelhante ao obtido em áreas exclusivas de *B. decumbens*, todavia,

no sistema silvipastoril a venda de estacas (no caso da *Mimosa*) aumenta a rentabilidade e produtividade da terra (Tabela 11).

Além das leguminosas arbustivas e arbóreas, algumas leguminosas herbáceas como amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov. e W. C. Greg.) e desmódio [*Desmodium heterocarpon* (L.) DC subsp. *ovalifolium* (Prain) H. Ohashi] têm sido consideradas como exemplo de casos de sucesso no Brasil (Cantaruttiet *al.*, 2002; Valentim e Andrade, 2005) e surgem como alternativas para introdução em pastagens das zonas úmidas da América Latina.

O aumento da produção animal em pastagens nas áreas úmidas do Brasil vem ocorrendo há algumas décadas. A utilização de pastagens de espécies do gênero *Brachiaria* sp., sobretudo a *B. decumbens* e a *B. brizantha* vem permitindo ganhos de produção animal satisfatórios em bovinos (Tabela 12), tanto do ponto de vista de desempenho individual, como de ganho por área, em função do aumento da capacidade de suporte das pastagens.

Mais recentemente, esses aumentos de produtividade animal como resultado da adoção de pastagens de *Brachiaria* também vem ocorrendo em outros países da América Latina. No período de 1990 a 2003, a área plantada com espécies de *Brachiaria* totalizou 6,5% da superfície total de gramíneas permanentes no México, 12,5% em Honduras, 1,0% na Nicarágua, 18,7% na Costa Rica e 0,1% no Panamá. Excluindo Nicarágua e Panamá, onde a adoção é baixa, gramíneas do gênero *Brachiaria* são responsáveis por 24-55% da produção anual de leite total e por 5-18% a de carne bovina (Tabela 13). Estes dados demonstram claramente que a adoção de cultivares de *Brachiaria* pelos produtores da Colômbia, América Central e México vem promovendo incrementos de produtividade, principalmente para a produção de leite e, em menor escala, produção de carne (Rivas e Holmann, 2005).

Desafios e perspectivas da produção animal em pastagens tropicais

O avanço da pecuária na América Latina também trouxe consequências indesejadas. A substituição de florestas por pastagens ocorridas em parte dessa expansão, possivelmente contribuiu com o aumento do efeito estufa. Mudança no uso da terra é um dos fatores mais importantes no aquecimento global (IPCC, 2001). Outro fator importante que ocorreu com a expansão das áreas de pastagens cultivadas foi o processo de degradação de pastagens.

Uma das principais causas da degradação de pastagens é a alta lotação associada à baixa massa de forragem, levando ao superpastejo. Boddey *et al.* (2004) indicaram que a principal causa de degradação de pastagens no Brasil é o uso de pastagens exclusivas de gramíneas, excesso de lotação e ausência de adubação. Pastagens exclusivas de gramíneas C₄ apresentam serrapilheira com alta relação C/N e lignina/N, imobilizando nutrientes do solo e, conseqüentemente, reduzindo o crescimento das forrageiras. O superpastejo, caracterizado por pastejo intenso e frequente, diminui não apenas o crescimento da vegetação acima do solo, mas reduz também o desenvolvimento do sistema radicular, comprometendo a aquisição de água e nutrientes (Richards, 1993).

O uso de adubos químicos é reconhecido como uma tecnologia que pode aumentar muito a produtividade dos pastos, mas, em face da relação desfavorável do valor dos custos dos adubos e o valor de venda dos produtos animais, a utilização tem sido adotada em escala muito limitada. Assim, para incrementar a produtividade da terra e dos animais de forma sustentável, a prática da adubação dos pastos deve ser executada de forma racional, devendo-se utilizar o mínimo possível de insumos comprados.

O uso de fertilizantes nitrogenados solúveis é relativamente simples, mas tem alto custo em relação ao valor de mercado dos produtos na maioria do mundo tropical, e é ecologicamente questionável pela alta emissão de gases de efeito estufa na produção e uso dos mesmos (Robertson e Vitousek, 2009; Vitousek *et al.*, 2009; Good e Beatty, 2011). Além disso, em sistemas não irrigados, a adubação só é viável na época com menor restrição hídrica, naturalmente mais produtiva, o que leva a um aumento na discrepância de oferta de forragem entre as estações do ano, com conseqüente necessidade de conservação de forragens ou manejo do estoque animal. Por outro lado, o uso de fertilizantes orgânicos é limitado pela disponibilidade relativamente baixa, e pela dificuldade e custo de sua aplicação, exceto sob condições locais como proximidade com criação industrial de aves ou suínos, por exemplo.

A introdução de leguminosas em pastagens deve ser buscada, no intuito não apenas de adicionar N ao sistema e melhorar a ciclagem de nutrientes devido à exploração de diferentes camadas do solo, mas também melhorar o desempenho e conforto animal, além de diversificar a renda, no caso de sistemas silvipastoris (Dubeux *et al.*, 2011).

Tabela 11. Taxa de lotação animal (UA ano⁻¹), desempenho de novilhos (ganho de peso médio diário), produtividade animal (ganho anual de peso por área), renda bruta de bovinos, renda bruta de estacas, renda bruta total e massa de forragem total em sistemas silvipastoris e pastagens de *B. decumbens* em monocultivo, Itambé-PE, Brasil.

Sistema	GP/Dia [§] (g)	GP/área ^δ (kg/ha-ano)	Renda Bruta bovinos ^ε (R\$/ha-ano)	Renda Bruta Estacas [¶] (R\$/ha-ano)	Renda Bruta Total (R\$/ha-ano)	Massa de Forragem Total (kg MS ha ⁻¹)	Taxa de Lotação (UA ano ⁻¹)
Brachiaria	575a	419 ^a	4.190,00	---	4.190,00	5091a	1,91
Brachiaria + Gliricídia	601a	406 ^a	4.060,00	---	4.060,00	3999a	1,96
Brachiaria + Sabiá	543a	368 ^a	3.680,00	1.687,50	5.367,50	3939a	1,81

[§]Média de 24 meses de experimento; ^δLotação média de 3 garrotes de 300 kg PV/ha; até o momento, média de 4 garrotes na estação chuvosa e 2 na estação seca; ^εConsiderando R\$ 150,00@;

[¶]População de 2.500 plantas por ha, 10% de mortalidade; 1,5 estacas por planta; R\$ 3,50 por estaca, total dividido por 7 anos.
Fontes: Apolinário *et al.* (2015); Costa *et al.* (2016).

Tabela 12. Produção animal de bovinos de corte em pastagens de áreas úmidas do Brasil

Pastagem	Local	Suplemento	Ganho/animal (g/dia)	Ganho/área (kg/ha)	Lotação (UA/ha)	Fonte
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu.	Uberaba, MG	Sem suplementação	0,77	266a	4,9	Fernandes <i>et al.</i> (2010)
		Com de concentrado 0,6% do PV	1,06a	472b	6,5	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Jaboticabal, SP	Suplementação diária	0,685a	-	1,32	Canesin <i>et al.</i> (2007)
		Sem suplemento no fim de semana	0,655a	-	1,32	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu	Nova Odessa, SP	Suplemento mineral	0,334a	390a	-	Lourenço e Carriel 1998
			0,464b	541b	-	
<i>L. leucocephala</i> (banco de proteína)			0,457b	535b	-	
<i>B. brizantha</i> cv. Marandu+						
<i>L. leucocephala</i> (faixas)						

Tabela 13. Níveis de produtividade com tecnologia tradicional e melhorada, com adoção de híbridos de *Brachiaria* na Colômbia, América Central e México

País/região	Sistema melhorado com <i>Brachiaria</i> spp.						Sistema tradicional				Área total com <i>Brachiaria</i> spp. (1000 ha)		
	Corte		Duplo propósito		Leite		Corte		Duplo propósito			Leite	
	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Leite (kg/ha-ano)	Leite (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)	Ganho de peso (kg/ha-ano)		Leite (kg/ha-ano)	Leite (kg/ha-ano)
Colômbia	228	154	130	190	2080	1800	2500	142	88	1200	1100	1350	2090,0
Eastern Plains	250	130	190	191	1800	2500	2808	110	80	1100	1350	1379	1254,0
Costa Norte	320	190	191	230	2500	3300	3300	190	100	1350	1600	1600	836,0
Central America	396*	191	230	230	2808	3300	3300	169*	105	1379	1600	1600	339,5
Costa Rica	550	230	230	180	3300	3300	3300	220	120	1600	1600	1600	58,5
El Salvador	550	230	230	200	3300	3300	3300	220	135	1600	1600	1600	20,0
Guatemala	320	180	180	180	2500	2500	2500	150	100	1300	1300	1300	65,0
Honduras	350	200	200	180	2900	2900	2900	160	110	1500	1500	1500	38,0
Nicaragua	320	180	180	220	2500	3200	3200	140	90	1200	1500	1500	120,0
Panama	500	220	180	220	3200	3900	3900	200	120	1500	1800	1800	38,0
Mexico	550	180	180	167*	3900	2881*	2881*	220	150	1800	1800	1800	2000,0
Total	424*	167*	167*	167*	2881*	2881*	2881*	183*	115*	1460*	1460*	1460*	4429,5

Fonte: Rivas e Holmann (2005).

Lira *et al.* (2006) observaram que a pastagem com 25% de leguminosa foi equivalente a adubação anual com 100 kg N ha⁻¹. O efeito residual da adubação nitrogenada seria transiente, sendo necessária a adubação anual para manter a produtividade. A aplicação de fertilizante nitrogenado uma única vez, não sendo aplicado nos anos posteriores, resulta na queda da produtividade já no primeiro ano sem adubação, retornando aos níveis iniciais dois anos após a aplicação do adubo (Figura 4).

Diferentes alternativas podem ser utilizadas para reduzir o processo de degradação das pastagens, conforme apresentado na Tabela 14.

O uso de leguminosas no sistema tem menor potencial de produção de gases de efeito estufa e menor custo financeiro após o estabelecimento, mas tem dificuldades de manejo sob condições tropicais principalmente pela diferença na eficiência fotossintética entre as gramíneas C₄ que dominam as pastagens e as leguminosas, e à palatabilidade geralmente mais alta das leguminosas o que torna a seleção de espécies adequadas bastante difícil.

Uma alternativa ao uso de leguminosas herbáceas é um sistema silvipastoril, já que a diferença de porte entre a leguminosa e a gramínea reduz o efeito das diferentes eficiências fotossintéticas, e o próprio porte da planta leva a uma proporção menor de pastejo, facilitando assim o manejo concomitante da leguminosa e da gramínea no pasto.

A integração lavoura-pecuária também é uma importante alternativa para recuperação de pastagens e pode assumir dois aspectos bastante distintos. O primeiro, menos dependente da mecanização pode ser o uso ocasional de lavouras temporárias quando da necessidade de renovação de uma pastagem. Já o segundo é o uso de uma integração lavoura-pecuária de maior prazo, neste caso tipicamente em áreas com mecanização mais intensiva, como exemplificado nos trabalhos revisados por Salton *et al.* (2014). Estes indicam um aumento no ganho de peso, por animal ou por área na comparação do sistema integrado com a pastagem de gramínea pura ao mesmo tempo em que a produtividade de soja, no exemplo, é equivalente à obtida pela leguminosa em plantio direto. Ao mesmo tempo o sistema de integração permite sequestro líquido de carbono, e por conseguinte melhor sustentabilidade dos pontos de vista ecológico e econômico.

Ecossistemas de pastagens na América Latina, no entanto, também podem ser considerados importantes provedores de serviços ambientais, incluindo serviços provisionais, regulatórios, de suporte e culturais. Produtos animais como carne, leite, lã e pele não são os únicos benefícios oriundos das pastagens. Pastagens provêm serviços ambientais incluindo captura e purificação de água para reposição do lençol freático, forragem para a fauna selvagem, ciclagem de nutrientes, sequestro de

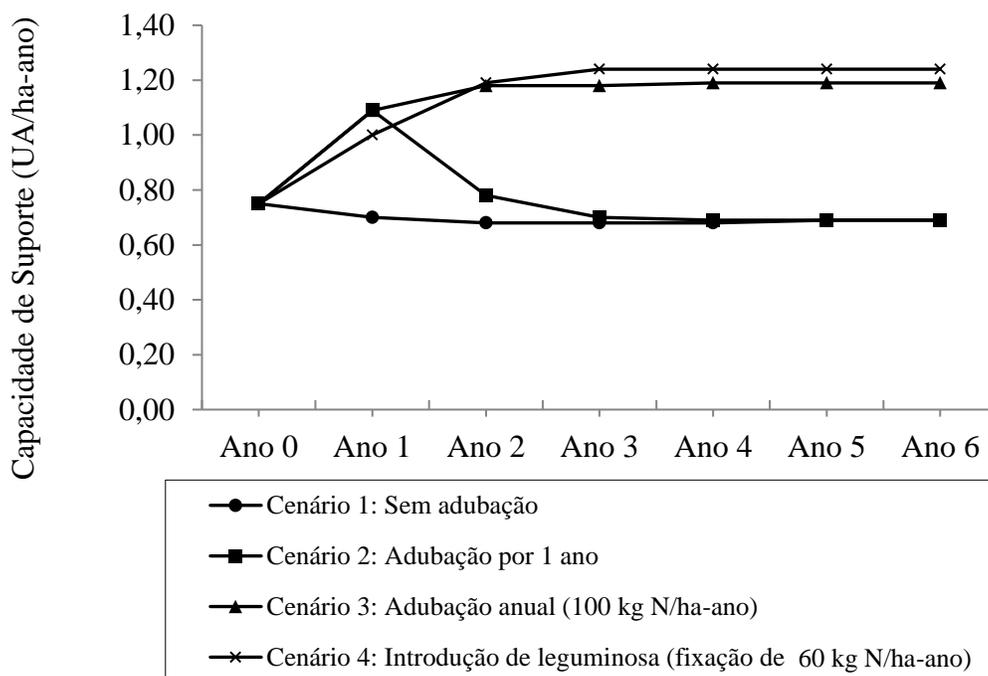


Figura 4. Capacidade de suporte de pastagens manejadas de diferentes formas. Fonte: Lira *et al.* (2006).

Tabela 14. Possíveis soluções para minimizar o problema de degradação das pastagens

Possível solução	Característica
Adequação da lotação a capacidade de suporte	Função da estacionalidade da produção de forragem; tamanho da propriedade torna-se limitante
Correção e adubação do solo	Elevação da capacidade de suporte; importância da conservação de forragem; aumento da variação temporal da produção de forragem
Rotação com agricultura adubada	Melhoria das propriedades do solo, aumentando a sustentabilidade do sistema de produção
Redução da invasão de plantas indesejáveis: batimento, vedação e adubação	Aumentos significativos da produção de forragem
Uso de leguminosas forrageiras	Fixação de nitrogênio; redução de custos
Sistemas silvipastoris com leguminosas arbóreas	Fixação de nitrogênio; diversificação da atividade; aumento do período de disponibilidade de forragem

Fonte: Lira *et al.* (2006).

carbono, fixação biológica de N₂ atmosférico, preservação da biodiversidade, forragem para insetos polinizadores, além de prover áreas para recreação (Dubeux *et al.*, 2016), dentre outros.

Considerando a extensão das áreas de pastagens na América Latina (75% da área agricultável), a provisão desses serviços ambientais é significativa. Paruelo *et al.* (2016) propuseram um indicador integrando vários serviços ambientais de pastagens na América Latina utilizando sensoriamento remoto. O estabelecimento de distintos indicadores é de fundamental importância para avaliar os serviços ambientais providos por ecossistemas de pastagens. Considerando o atual nível de produtividade existente em pastagens da América Latina, existe potencial de elevar a produtividade e conseqüentemente os serviços ambientais providos por esses ecossistemas.

Introdução de leguminosas pode ser uma alternativa para elevar a produtividade primária, acelerar a ciclagem de nutrientes, adicionar N ao sistema e elevar a provisão de serviços ambientais nos sistemas de produção pecuária na América Latina. Os trabalhos de Apolinário *et al.* (2015) e Costa *et al.* (2016) indicaram que sistemas silvipastoris de leguminosas arbóreas e *B. decumbens* podem elevar a renda bruta e a produtividade da terra pela venda de produtos oriundos do componente arbóreo, como lenha e estacas.

O aumento da produtividade das pastagens na América Latina é um caminho para reduzir a necessidade de expansão em áreas de floresta, trazendo segurança ambiental. Silva *et al.* (2016) analisaram vários cenários produtivos e econômicos sobre a emissão de gases de efeito estufa emitidos por pastagens. Assumindo aumento da produtividade pecuária estimulado pelo aumento da demanda da população por produtos animais e que esse aumento seja desvinculado do desflorestamento, a intensificação pode reduzir a emissão de gases de efeito estufa devido ao aumento do sequestro de carbono. Com a crescente demanda mundial por produtos de origem animal, esse cenário é realista e possível de acontecer nas próximas décadas.

O manejo de pastagens é o principal aspecto nos sistemas de pastagens tropicais dada a imensa importância global deste ecossistema. Há uma necessidade de melhorar o manejo nutricional para a produção animal a pasto, especialmente em áreas onde a demanda por produtos de origem animal é maior e onde existem grandes conseqüências para a economia regional e os meios de subsistência dos mais pobres nos países em desenvolvimento. Além disso, o manejo de pastagens promove importantes impactos na biodiversidade e mitigação das emissões globais de gases de efeito estufa. A implementação de medidas eficazes e de adequadas ferramentas de manejo é, portanto, necessário para atingir estas várias funções das pastagens (Boval e Dixon, 2012).

Considerações Finais

A maior parte dos sistemas de produção animal da América Latina se baseiam na exploração de animais mestiços, muitos de duplo propósito, em pastejo de gramíneas. Parte considerável dessas áreas de pastejo já vem apresentando diferentes níveis de degradação das pastagens, o que tem se tornado um fator limitante a produção pecuária nessas áreas.

Visando a redução da quantidade de áreas de pastagens degradadas, é necessária a elevação da reposição de nutrientes ao solo, bem como o permanente ajuste da pressão de pastejo a capacidade de suporte das pastagens. A utilização de sistemas integrados de produção, sobretudo os silvipastoris, bem como a introdução de leguminosas nos sistemas de produção assumem papel fundamental para o aumento da rentabilidade e sustentabilidade da pecuária na América Latina.

O aumento da produtividade das pastagens na América Latina é um caminho para reduzir a necessidade de expansão em áreas de floresta,

trazendo segurança ambiental. Parte considerável desse aumento de produtividade deve-se a elevação proporcional de áreas de pastagens cultivadas em relação a nativas nos países da zona tropical da América Latina, sendo as principais espécies utilizadas a *B. decumbens* e *B. brizantha*.

Dentre as principais regiões de produção pecuária da América Latina tropical, as zonas úmidas e as savanas apresentam maior potencial de elevação de produtividade animal. As zonas secas apresentam maiores limitações para a produção de forragem, entretanto, todas dependem da utilização de forrageiras cultivadas para elevação da capacidade de suporte das propriedades.

Em função da elevação da demanda de alimentos, sobretudo os de origem animal, o aumento da produção deve ser realizado priorizando a recuperação de áreas de pastagens degradadas, maior utilização de sistemas integrados com leguminosas e práticas de manejo adequadas, visando a redução da emissão de gases de efeito estufa.

Literatura Citada

- Albuquerque, S. S. C., M. A. Lira, M. V. F. dos Santos, J. C. B. Dubeux Jr., J. N. de Melo, e I. Farias. 2002. Utilização de três fontes de nitrogênio associadas à palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill.) cv. Gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. *Rev. Bras. Zootec.* 31(3):1315-1324.
- Almeida, R. G. de, D. do Nascimento Jr., V. P. B. Euclides, M. C. M. Macedo, A. J. Regazzi, P. A., D. M. da Fonseca, e M. P. Oliveira. 2002. Produção animal em pastos consorciados sob três taxas de lotação, no Cerrado. *Rev. Bras. Zootec.* 31(2):852-857.
- Apolinário, V. X. O., J. C. B. Dubeux, Jr., M. A. Lira, Rinaldo L. C. Ferreira, A. C. L. Mello, M. V. F. Santos, E. V. S. S. B. Sampaio, and J. P. Muir. 2015. Tree legumes provide marketable wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. *Agron. J.* 107:1915-1921.
- Argel, P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, 14(2):65-72.
- Barbosa, R. A., D. Nascimento Júnior, V. P. B. Euclides, S. C. Da Silva, A. H. Zimmer, and R. A. A. Torres Jr. 2007. Capim-tanzania submetida a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesq. Agropec. Bras.* 31: 329-340.
- Barcellos, A. O, A. K. B. Ramos, L. Vilela, e G. B. Martha Jr. 2008. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Rev. Bras. Zootec.* 37:51-67.
- Battle-Bayer, L., N. H. Batjes, and P. S. Bindraban. 2010. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: a review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137(1):47-58.
- Boddey, R. M., R. Macedo, R. M. Tarré, E. Ferreira, O. C. Oliveira, C. P. Rezende, R. B. Cantarutti, J. M. Pereira, B. J. R. Alves, and S. Urquiaga. 2004. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. *Agric. Ecosyst. Environ.* 103:389-403.
- Boval, Maryline, and R. M. Dixon. 2012. The importance of grasslands for animal production and other functions: a review on management and methodological progress in the tropics. *Animal.* 6(5):748-62. doi: 10.1017/S1751731112000304
- Cantarutti, R. B., R. Tarré, R. Macedo, G. Cadisch, C. de P. Rezende, J. M. Pereira, J. M. Braga, J. A. Gomide, E. Ferreira, B. J. R. Alves, S. Urquiaga, and R. M. Boddey. 2002. The effect of grazing intensity and the presence of a forage legume on nitrogen dynamics in Brachiaria pastures in the Atlantic forest region of the south of Bahia, Brazil. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 64:257-271.
- Cândido, M. J. D., E. Alexandrino, e J. A. Gomide. 2005. Período de descanso, valor nutritivo e desempenho animal em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente. *Rev. Bras. Zootec.* 34(5):1459-1467.
- Canesin, R. C., T. T. Berchielli, P. Andrade, e R. A. Reis. 2007. Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim-marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. *Rev. Bras. Zootec.* 36(2) 411-420.
- Carlotto, M. N., V. P. B. Euclides, D. B. Montagner, B. Lempp, G. dos S. Difante, and C. C. L. de Paula. 2011.

- Animal performance and sward characteristics of xaraés palisade grass pastures subjected to different grazing intensities, during rainy season. *Pesq. Agropec. Bras.* 46(1):97-104.
- Castro, A. C., J. B. Lourenço Jr, N. F. A. Santos, E. M. M. Monteiro, M. A. B. Avizi, e A. R. Garcia. 2008. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. *Cienc. Rural*, 38(8):2395-2402.
- Clavero, T. 2011. Agroforestería en la alimentación de rumiantes en América Tropical. *Rev. Univ. Zulia*, 2:11-35.
- Coêlho, J. J. 2014. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras exóticas sob incidência de espécies espontâneas no Agreste de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Costa, L. A. D. . 2010. Comportamento de gramíneas forrageiras na fase de estabelecimento, Caruaru, Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Costa, S. B. M., A. C. L. Mello, J. C. B. Dubeux, Jr., M. V. F. Santos, M. A. Lira, J. T. C. Oliveira, e V. X. O. Apolinário. 2016. Livestock performance in warm-climate silvopastures using tree legumes. *Agron. J.* 108:2026-2035. doi:10.2134/agronj2016.03.0180
- Cunha, M. V., J. C. B. Dubeux Jr., M. V. F. dos Santos, M. de A. Lira, e E. J. O. de Souza. 2012. Manejo de pastagens para criação de bovinos leiteiros no semiárido. *Caderno de Ciências Agrárias*, 4:237-251.
- Dantas Neto, J., F. A. S. Silva, D. A. Furtado, e J. A. Matos. 2000. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. *Pesq. Agropec. Bras.* 35(9):1867-1874.
- Dubeux Jr., J. C. B., J. P. Muir, M. V. F. dos Santos, J. M. B. Vendramini, A. C. L. de Mello, and M. de A. Lira. 2011. Improving grassland productivity in the face of economic, social, and environmental challenges. *Rev. Bras. Zootec.* 40(Suppl. spe):280-290.
- Dubeux Jr., J. C. B., J. P. Muir, V. X. O. Apolinário, P. K. Ramachandran Nair, M. de A. Lira, and L.E. Sollenberger. 2016. Tree legumes: an underexploited resource in warm-climate silvopastures. *Rev. Bras. Zootec.* (in review).
- Euclides, V. P. B., D. B. Montagner, G. S. Difante, R. Barbosa, and W. S. Fernandes. 2014. Sward structure and livestock performance in guinea grass cv. Tanzania pastures managed by rotational stocking strategies. *Sci. Agric.* 71:451-457.
- Euclides, V. P. B., C. B. Macedo, M. C. M. Almeida, R. G. Montagner, and R. A. Barbosa. 2010. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. *Rev. Bras. Zootec.* 39(Suppl. spe):151-168.
- Euclides, V. P. B., M. C. M. Macedo, e M. P. Oliveira. 1998. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. *Rev. Bras. Zootec.* 27(2):238-245.
- FAO, FAOSTAT. 2016a. Available at <http://faostat3.fao.org/compare/E>. Accessed 03 August 2016.
- FAO, FAOSTAT. 2016b. Trees, forests and land use in drylands: The first global assessment. Roma: FAO. 40 p.
- FAO, Faostat. 2013. Statistics Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/search/Nat.%20growing/E>. Acesso 23 de Setembro de 2016.
- FAO, 2012. Produção pecuária na América Latina e no Caribe. Disponível em: <http://www.fao.org/americanas/perspectivas/produccion-pecuaria/pt/>. Acesso 26 de Outubro de 2016.
- Fernandes, L. O., R. A. Reis, e J. M. V. Paes, 2010. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ver. Cien. Agrotec.* 34(1):240-248.
- Fernandes, A. P. M., M. de A. Lira, A. P. Dantas, A. C. Pedrosa, e M. C. A. Lima. 1973. Competição de pastos submetidos a quatro diferentes lotações. In: Congresso Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 10., e Congresso Brasileiro de Forrageiras, P.A.R.S., 1., Resumos. Porto Alegre, S.B.Z., 372-373.
- Franco, A. D., A. M. Rodríguez, y R. G. Cedillo. 2007. Tizón foliar del pasto buffel: su presencia en Tamaulipas, México. *Agricultura Técnica en México*, 33(3):285-295.
- González-Arcia, M., B. V. La Mora, M. A. Alonso-Díaz, E. C. Gallegos, E. O. Zavaleta, e J. J. Rodríguez. 2012. Effect of grazing *Cratylia argentea* associated with *Brachiaria brizantha* -Toledo on quality pasture and weight gain in holstein × zebu heifers. *Trop. Subtrop. Agroecos.* 15(2):1-11.
- Good, A. G., and P. H. Beatty. 2011. Fertilizing Nature: A Tragedy of Excess in the Commons. *PLoS Biol.* 9(8):e1001124. doi:10.1371/journal.pbio.1001124
- Hoffmann, R., e M. G. Ney, 2010. Estrutura fundiária e propriedade agrícola no Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, p.108.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapas de Biomas e de Vegetação (Biomes and vegetation maps). Brasília, Brazil: IBGE. Available at: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm/> Accessed Sept 29, 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. Censo Agropecuário 1920/2006. Até 1996, dados extraídos de: Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011a. Censo Agropecuário 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011b. Pesquisa Trimestral do Abate.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011c. Pesquisa Trimestral do Abate
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge: IPCC, p. 881.
- Lamela, L., E. Castillo, J. Iglesias y A. Perez. 2005. Principales avances de la introducción de los sistemas silvopastoriles en las condiciones de producción en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 28(1):47-58.
- Lima, P. G. L., K. V. Silva, F. C. Freitas, B. Martins, I. T. C. Miranda, A. K. Biancão, M. V. M. Oliveira, e R. S. Juliano. 2015. Desempenho de bezerras leiteiras das

- raças Pantaneira e Girolando suplementadas ou não durante o período de estiagem na região de Alto-Pantanal Sul-Mato-Grossense. In: Simpósio Internacional de Raças Nativas: Sustentabilidade e Propriedade Intelectual, 1, Teresina. Anais. Teresina: SFA-PI, CD ROM
- Lira, M. de A., A. P. M. Fernandes, e V. M. Farias. 1987. Utilização do pasto nativo e cultivado em recria e engorda de bovinos no semiárido de Pernambuco. *Rev. Bras. Zootec.* 16(3):267-274.
- Lira, M. de A., M. V. F. dos Santos, J. C. B. Dubeux Jr, M. de A. Lira Jr, e A. C. L. de Mello. 2006. Sistemas de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade da pecuária. *Rev. Bras. Zootec.* 35(n. Sup. Esp.):491-511.
- Lira, M. A., I. Farias, e M. V. F. Santos. 1990. Alimentação de bovinos no Nordeste - Experimentação com forrageiras e pastagens. In: Simpósio nordestino de alimentação de ruminantes, João Pessoa, Anais... João Pessoa: SNPA/UFPB,108-133.
- Lopes, A. S., M. Ayarza, and R. J. Thomas. 2004. Managing and conserving acid savanna soils for agricultural development: Lessons from the Brazilian cerrados. In: Guimarães, E. P., J. I. Sanz, I. M. Rao, M. C. Amézquita, E. Aézquita, and R. J. Thomas. *Agropastoral systems for the tropical savannas of Latin America* n. 338. CIAT.
- Lopez-Hernandez, D., R. M. Hernandez-Hernandez, and M. Brossard. 2005. Recent use history of South American savannah land. Case studies in the Orinoco savannas. *Interciencia*, 30(10):623-630.
- Lourenço Jr., J. B., e A. R. Garcia. 2006. Produção animal no Bioma Amazônico: atualidades e perspectivas. *Rev. Bras. Zootec.*, 35:63-83.
- Lourenço, A. J., e J. M. Carriel. 1998. Desempenho de bovinos nelore em pastagens de *Brachiaria brizantha* associados a *Leucaena leucocephala*. *Bol. Ind. Anim.* 55(1):45-50.
- Macedo, M. C. M., 2005. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. *Anais da 42 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia.* 3: 56-84.
- Machado, L. A. Z., A. C. Fabrício, A. Gomes, P. G. Gall de Assis, B. Lempp, e G. E. Maraschin. 2008. Desempenho de animais alimentados com lâminas foliares, em pastagem de capim-marandu. *Pesq. Agropec. Bras.*, 43(11):1609-1616.
- Manríquez-Mendoza, L. Y., S. López-Ortiz, C. O. Palacios, P. Pérez-Hernández, P. Díaz-Rivera, and Z. G. López-Tecpoyotl. 2011. Productivity of a silvopastoral system under intensive mixed species grazing by cattle and sheep. *Trop. Subtrop. Agroecos.* 13:573-584.
- Martha Jr., G. B., E. Alves, and E. Contini. 2012. Land-saving approaches and beef production growth in Brazil. *Agric. Syst.*, 110:173-177.
- Martínez-López, J. R., E. Gutiérrez-Ornelas, M. Á. Barrera-Silva y R. Retes-López. 2014. Simulación estocástica para praderas de pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) en Marín, N. L., Mexico. *Trop. Subtrop. Agroecos.* 17:87-104.
- Martin-R, M. H., J. R. Cox, and F. Ibarra-F. 1995. Climatic effects on buffelgrass productivity in the Sonoran Desert. *J. Range Manage.* 48:60-63.
- Martins, J. C. R., R. S. C. Menezes, E. V. S. B. Sampaio, A. F. dos Santos, e M. A. Nagai. 2013. Produtividade de biomassa em sistemas agroflorestais e tradicionais no Cariri Paraibano. *Rev. Bras. Eng. Agr. Amb.*, 17(6):581-587.
- Menor, T. R. F. L. 2013. Avaliação qualitativa e anatômica de gramíneas forrageiras sob pastejo no agreste pernambucano. *Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.*
- Ministério da Agricultura, 2016. Disponível em: www.agricultura.gov.br/animal Acessado em: 30 de Setembro de 2016.
- Moreira, J. N., J. C. B. Dubeux Jr., A. C. L. Mello, e C. Mistura. 2011. Pastos e manejo do pastejo de áreas dependentes de chuva. In: Voltolini, T. V. (Ed.). *Produção de caprinos e ovinos no Semiárido*. Petrolina: Embrapa Semiárido, p. 233-252.
- Moreira, J. N., M. de A. Lira, M. V. F. dos Santos, G. G. L. de Araújo, e G. C. da Silva. 2007. Caracterização da vegetação de potencial de produção de capim buffel na época seca no semiárido pernambucano. *Rev. Caatinga*, 20(3):20-27.
- Nantes, N. N., V. P. B. Euclides, D. B. Montagner, B. Lempp, R. A. Barbosa, and P. O. de Gois. 2013. Animal performance and sward characteristics of piatã palisade grass pastures subjected to different grazing intensities. *Pesq. Agropec. Bras.*, 48(1):114-121.
- Oliveira, M. C. de, C. M. M. de S. Silva, e F. B. de Souza. 1999. Capim Buffel (*Cenchrus Ciliaris* L.) preservação "ex - situ" e avaliação aprofundada. In: Queiroz, M. A. de, C. O. Goedert, S. R. R. Ramos. (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro* (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE. EMBRAPA Semiárido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Pacheco, A. R., R. de Q. Chaves, and C. M. L. Nicoli. 2013. Integration of crops, livestock, and forestry: a system of production for the Brazilian Cerrados. In: Hershey, C. and P. Neate. (Ed.) *Eco-efficiency: from vision to reality* Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Paruelo, J. M., M. Teixeira, L. Staiano, M. Mastrángelo, L. Amdan, and F. Gallego. 2016. An integrative index of ecosystem services provision based on remotely sensed data. *Ecol Indic.*, 71:145-154.
- Paula, C. C. L., V. P. B. Euclides, D. B. Montagner, B. Lempp, G. S. Difante, and M. N. Carloto. 2012. Sward structure, herbage intake and animal performance on marandu palisade grass pastures subjected to continuous stocking. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 64(1):169-176.
- Quero-Carrillo A. R., J. F. E. Quiroz, y L. M. Jiménez. 2007. Evaluación de Especies Forrajeras en América Tropical, Avances o Status Quo. *Interciencia*, 32(8):566-571.
- Richards, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. *Proceedings XVII International Grassland*

- Congress, Feb. 1993, Palmerston North, New Zealand and Rockhampton, Australia, IGC, 85-93.
- Rivas, L., and F. Holmann. 2005. Potential economic impact from the adoption of *Brachiaria hybrids* resistant to spittlebugs in livestock systems of Colombia, México and Central America. Livestock Research for Rural Development, 17(5). Available: <http://www.lrrd.org/lrrd17/5/holm17054.htm>. Accessed Sept 29, 2016.
- Robertson, G.P., and P.M. Vitousek. 2009. Nitrogen in Agriculture: Balancing the Cost of an Essential Resource. *An. Rev. Environ. Resour.*, 34(1):97-125.
- Salton, J. C., F. M. Mercante, M. Tomazi, J. A. Zanatta, G. Concenço, W. M. Silva, and M. Retore. 2014. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 190:70-79.
- Sano, E. E., R. Rosa, J. L. S. Brito, e L. G. Ferreira. 2008. Notas Científicas Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.*, 43(1):153-156.
- Santos, G. R de A., A. Guim, M. V. F. dos Santos, M. de A. Ferreira, M. de A. Lira, J. C. B. Dubeux Jr., e M. J. da Silva. 2005. Caracterização do pasto de capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no Sertão de Pernambuco. *Rev. Bras. Zootec.*, 34(2):454-463.
- Santos, M. V. F. dos, M. de A. Lira, M. V. da Cunha, E. J. O. de Souza, J. C. B. Dubeux Jr, A. C. L. Mello, C. C. Lira, e T. C. de Souza. 2016. Potencial forrageiro da Caatinga. 1 Simpósio de produção animal DA UFRPE- UAST, Tecnologias de Convivência com o Semiárido: Inovação e Sustentabilidade. Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Silva, J. A. 2012. Características estruturais de gramíneas e desempenho animal em pastagens sob lotação intermitente e adubação nitrogenada no agreste semiárido de Pernambuco. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns.
- Silva, R. de O., L. G. Barioni, J. A.J. Hall, M. F. Matsuura, T. Z. Albertini, F. A. Fernandes, and D. Moran. 2016. Increasing beef production could lower greenhouse gas emissions in Brazil if decoupled from deforestation. *Nature Clim. Change* 6:493-497
- Souza, A. A., e G. B. Espíndola, 1999. Efeito da suplementação com feno de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) durante a estação seca sobre o desenvolvimento ponderal de ovinos. *Rev. Bras. Zootec.* 28(6):1424-1429.
- Souza, A. A., e G. B. Espíndola, 2000. Bancos de proteína de leucena e de guandu para suplementação de ovinos mantidos em pastagens de capim-buffel. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(2):365-372.
- Townsend, C. R., J. A. Magalhães, N de L. Costa, R. G. de A. Pereira, e F. G da Silva Netto. 2000. Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris em Presidente Médici - Rondônia: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 4 p. (Comunicado Técnico, 188).
- Valentim, J. F., and C. M. S. Andrade. 2005. Forage peanut (*Arachis pintoi*): a high yielding and high quality tropical legume for sustainable cattle production systems in the western Brazilian Amazon. *Trop. Grassl.* 39:222.
- Vendrame, P. R., O. R. Brito, M. F. Guimarães, E. S. Martins and T. Becquer. 2010. Fertility and acidity status of latossolos (oxisols) under pasture in the Brazilian Cerrado. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 82(4):1085-1094.
- Vitousek, P. M., R. Naylor, T. Crews, M. B. David, L. E. Drinkwater, E. Holland, P. J. Johnes, J. Katzenberger, L. A. Martinelli, P. A. Matson, G. Nziguheba, D. Ojima, C. A. Palm, G. P. Robertson, P. A. Sanchez, A. R. Townsend, and F. S. Zhang. 2009. Nutrient Imbalances in Agricultural Development. *Science*, 324(5934):1519-1520.
- Wander, A. E., V. R. Vasconcelos, e M. C. P. Rogério. 2002. Viabilidade econômica do acabamento de cordeiros em pastagens cultivadas de capim-gramão e Tanzânia. In: Congresso brasileiro de economia e sociologia rural, 40., 2002, Passo Fundo, RS. Anais. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, CD-ROM.