

Potencial e desafios para a produção animal sustentável em pastagens cultivadas do Nordeste

Magno José Duarte Cândido¹
Marcos Neves Lopes²
Rafael Nogueira Furtado³
Roberto Cláudio Fernandes Franco
Pompeu⁴

¹ Eng. Agrônomo, Professor do Dpto. de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

² Eng. Agrônomo, Pós-doutorando do Dpto. de Zootecnia da Univ. Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

³ Zootecnista, Pós-doutorando do Dpto. de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE, Brasil

RESUMO

Elaborou-se esta revisão para apresentar as principais tecnologias disponíveis para a produção animal sustentável em pastagens tropicais cultivadas, especialmente no Nordeste do Brasil. A implementação de tecnologias como irrigação, adubação, metas de manejo do pastejo, integração com agricultura, consorciação e diferimento de pastagens, são promissoras para o aumento da eficiência de uso do fator terra, buscando sempre um equilíbrio entre o custo e o benefício na adoção de cada tecnologia, para cada sistema de produção. A correta definição da lâmina de água a ser aplicada, seu intervalo de aplicação e o sistema adotado, constituem aspectos relevantes na neutralização dos efeitos negativos da distribuição irregular das chuvas. A busca por produtividades crescentes de biomassa de forragem demandam o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades balanceadas, de forma a atender a exigência nutricional da forrageira e equilibrar resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais. O período de descanso do pasto pode ser definido por critérios como: restauração das reservas orgânicas, início da senescência, número de novas folhas produzidas por perfilho, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, índice de área foliar (IAF) e altura do dossel. A intensidade de pastejo pode balizar-se na altura residual e no IAF residual. As pesquisas desenvolvidas no Nordeste mostram uma evolução no manejo da pastagem e do pastejo, refletindo na elevação dos índices técnicos e econômicos, proporcionando sustentabilidade dos sistemas de produção. O manejo adequado das pastagens possibilita ampliar benefícios e diminuir impactos ambientais negativos, atuando positivamente na provisão de serviços ambientais e conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: manejo intensivo; manejo do pastejo; regiões semiáridas; sistemas integrados de produção; sustentabilidade

Potential and challenges for sustainable animal production in cultivated pastures of Northeast

ABSTRACT

To present the main technologies available for sustainable animal production in tropical cultivated pastures, especially in Northeast Brazil this review was carried out. The implementation of technologies such as irrigation, fertilization, grazing management goals, integration with agriculture, consortium and deferment of pastures, are promising for increasing the efficiency of land use, always seeking a balance between cost and benefit on adoption of each technology, for each production system. The correct definition of water depth applied, its range of application and the adopted system, are relevant aspects in neutralizing the negative effects of irregular rainfall distribution. The search for increasing productivity of forage biomass requires the use of correctives and fertilizers in balanced quantities, in order to meet the plant nutritional requirement and to balance positive economic results with the preservation of natural resources. The rest period of the herbage can be defined by criteria such as: restoration of organic reserves, beginning of senescence, number of new leaves produced by tiller, interception of photosynthetically active radiation, leaf area index (LAI) and canopy height. The grazing intensity can be verified at residual height and residual LAI. The researches developed in Northeast Brazil show an evolution in pasture and grazing management, reflecting the increment of technical and economic indexes, providing sustainability of the production systems. The suitable management of pastures makes it possible to increase benefits and reduce negative environmental impacts by acting positively on the provision of environmental services and conservation of biodiversity.

Key words: intensive management; grazing management; semiarid regions; integrated production systems; sustainability



INTRODUÇÃO

A crescente restrição ao desbravamento de novas áreas para a implantação de pastagens representa ponto propulsor na busca constante por tecnologias e estratégias de manejo que proporcione a intensificação na produção das pastagens cultivadas, com ganhos econômicos e garantia de sustentabilidade dos sistemas de produção animal. Nesse sentido, um ponto crucial para o aumento da produtividade é a otimização do uso dos fatores de produção, como suprimento hídrico, temperatura, radiação fotossinteticamente ativa e nutrientes.

Além da otimização do uso dos fatores de produção, é fundamental também a escolha correta da planta forrageira e a otimização dos fatores de manejo, especial o estabelecimento de metas de manejo adequadas para cada ecossistema de pastejo. É fundamental ainda o acompanhamento da morfofisiologia da forrageira utilizada, visando-se à produção de forragem em quantidade e qualidade que garanta bom desempenho e produtividade animal, com reflexo sobre a viabilidade econômica e a sustentabilidade do sistema de produção.

Nesse contexto, tecnologias como irrigação, adubação (especialmente a nitrogenada), metas de manejo do pastejo, integração com agricultura, consorciação em pastagens e diferimento de pastagens, são promissoras para o aumento da eficiência de uso do fator terra, buscando sempre um equilíbrio entre o custo e o benefício na adoção de cada tecnologia, para cada sistema de produção em pastejo. Portanto, esta revisão foi elaborada para apresentar as principais tecnologias disponíveis para a produção animal sustentável em pastagens tropicais cultivadas, especialmente no Nordeste do Brasil.

FATORES DE PRODUÇÃO E DE MANEJO PARA POTENCIALIZAR A PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO

Irrigação das pastagens

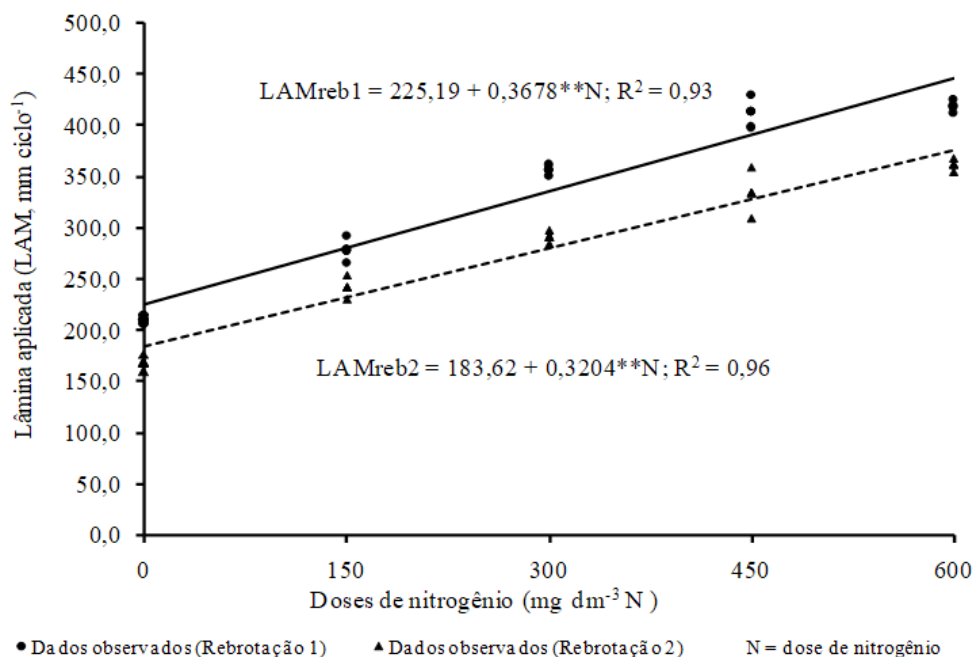
A irrigação de pastagens é relevante pelo efeito da água sobre a produção de forragem, sendo o fator isolado que mais limita a produção primária (Tieszen e Detling,

1983). Dessa forma, Silva e Lopes (2013) mencionaram que a correta definição da lâmina de água a ser aplicada, seu intervalo de aplicação e o sistema adotado, constituem aspectos relevantes na neutralização dos efeitos negativos da distribuição irregular das chuvas, mesmo dentro da estação chuvosa, em que os períodos de déficit hídrico refletirão de forma imediata sobre as características morfofisiológicas das forrageiras, afetando diretamente a produção de forragem, reflexo em grande parte do efeito do déficit hídrico sobre o fechamento estomático, afetando diretamente o processo fotossintético nas plantas. Nesse sentido, há necessidade da adoção de métodos de campo para a quantificação direta ou indiretamente da disponibilidade de água no solo. Entre os instrumentos disponíveis para avaliação da umidade do solo, destaca-se o tensiômetro, que possibilita medir a umidade do solo na região radicular.

A importância da tensiometria no manejo da irrigação foi demonstrada por Lopes et al. (2011b), que avaliaram a demanda hídrica do capim-massai sob doses crescentes de nitrogênio. Os autores verificaram que a lâmina de água aplicada (LAM) variou de 225,2 a 445,9 mm ciclo⁻¹ (rebrotagem 1) e de 183,6 a 375,9 mm ciclo⁻¹ (rebrotagem 2) para as doses de nitrogênio de 0 a 600 mg dm⁻³ de solo, respectivamente. Na dose nitrogênio de 600 mg dm⁻³ de solo, a LAM foi incrementada em 98,0 e 104,7%, nas rebrotagens 1 e 2, respectivamente, em relação ao manejo que não recebeu adubação nitrogenada (Figura 1).

Nas condições climáticas do Nordeste do Brasil, com radiação e temperatura não limitantes ao crescimento das gramíneas forrageiras, a irrigação das pastagens constitui prática relevante na otimização da produção de forragem e potencialização da capacidade de suporte. Nesse sentido, a maior taxa de crescimento da planta forrageira deve ser compatibilizada com ciclos de desfolhação mais curtos e frequentes, a fim de evitar decréscimo nos teores de proteína bruta e elevação nos de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), comprometendo o consumo de forragem e reduzindo o ganho por animal (Lopes et al., 2005).

A irrigação em áreas de pastagens objetivando máxima produção econômica pressupõe que outros insumos também sejam adequadamente alocados, a fim de não restringir o



Fonte: adaptado de Lopes et al. (2011b).

Figura 1. Demanda hídrica do capim-massai em função das doses de nitrogênio, durante dois ciclos de crescimento (reb1: rebrotagem 1; reb2: rebrotagem 2).

potencial de produção da cultura (Vitor, 2006). Dentre esses insumos, o nitrogênio tem grande efeito sobre a produção das gramíneas tropicais (Bonfim-Silva e Monteiro, 2006; Lopes et al., 2011b). Nesse contexto, a chance de sucesso do sistema de produção em pastejo aumenta substancialmente quando se associam forrageiras de alto potencial com o atendimento de suas exigências nutricionais e de manejo.

Adubação de pastagens com ênfase na nitrogenada

O manejo da fertilidade dos solos de pastagens tropicais assume grande relevância dada a sua fertilidade limitada e ao elevado potencial de extração de nutrientes pelas plantas forrageiras (Werner et al., 1996). Nesse escopo, ressalta-se que produtividades crescentes de biomassa de forragem demandam o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades balanceadas, de forma a atender a exigência nutricional da forrageira e equilibrar resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais. Isso pode ser conseguido considerando as particularidades de cada solo, seus problemas e necessidades (Raij, 2011).

Para maximizar a conversão do nutriente aplicado em biomassa, é preciso satisfazer a exigência nutricional da planta, atendendo os macros e micronutrientes em todos os estádios de crescimento/desenvolvimento, visando-se a alcançar a produção de forragem almejada (máxima econômica). Ressalta-se que cada planta forrageira apresenta exigência nutricional específica que garantirá maior conversão em biomassa de forragem, desde que não ocorra qualquer desordem nutricional, por deficiência ou por excesso (Prado, 2008).

Em pastagens tropicais manejadas intensivamente, a adubação nitrogenada é fundamental para se maximizar a biomassa de forragem, pois esse nutriente naturalmente disponível não é suficiente para forrageiras de alta produção maximizarem seu potencial (Kluthcouski e Aidar, 2003). O nitrogênio estimula positivamente o crescimento e o desenvolvimento vegetal (Chapin et al., 1987), tornando a adubação nitrogenada prática de manejo desejável para otimização do uso das pastagens (Fonseca et al., 2000).

Dada a relevância do nitrogênio e da sua alta mobilidade no solo, tem-se intensificado os estudos acerca deste nutriente, no sentido de se maximizar a sua eficiência de uso. Nesse sentido, tem-se buscado minimizar as perdas do nitrogênio no solo, bem como aperfeiçoar a absorção e a metabolização do nitrogênio pela planta (Bredemeier e Mundstock, 2000).

Critérios de definição da frequência e da intensidade de pastejo e eficiência de utilização da forragem produzida

No que tange ao período de descanso do pasto, dois critérios a serem usados para o manejo racional são a restauração das reservas orgânicas, determinando o intervalo mínimo entre desfolhações, e o início da senescência, determinando o intervalo máximo, uma vez que além desse ponto, a eficiência de utilização cairia muito (Fulkerson e Donaghy, 2001). Tome-se como exemplo o capim-mombaça, que restaurou suas reservas aos 16 dias (Gomide et al., 2002). Já o início da senescência das folhas ocorreu com 3,5 folhas por perfilho, ou em torno de 35 dias (Gomide e Gomide, 2000).

O número de novas folhas produzidas por perfilho é uma segunda aproximação para a determinação do período de descanso ótimo da planta. Resultados já obtidos com pastejo por novilhos e ovinos retratam a relação causa-efeito entre esta e as demais características estruturais do dossel (Cândido et al., 2006; Silva et al., 2007; Cutrim Jr. et al., 2011). Ressalte-se que essa característica está bem mais atrelada à real condição do pasto que o número de dias, já que o crescimento vegetal é função do acúmulo de unidades térmicas (graus-dia) e não da idade cronológica (Cândido et al., 2006).

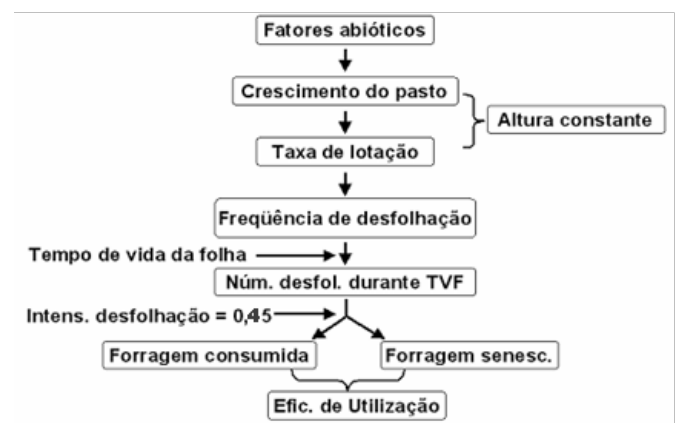
Outra maneira de definir o período de descanso do pasto refere-se ao percentual de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA). Para o capim-tanzânia sob pastejo por ovinos, Cutrim Jr. et al. (2011) recomendaram que o período de descanso não deve ultrapassar 95% de IRFA e que o IAFr adotado deve ser 1,0. Esse percentual de interceptação de 95% da RFA correlacionado com a altura do pasto já foi recomendado em outros estudos (Carnevali, 2003; Da Silva e Nascimento Júnior, 2007).

O manejo da frequência de pastejo por meio da altura do dossel pode ser utilizado como uma forma prática de manejo, mas não a mais confiável, principalmente em gramíneas tropicais onde o alongamento dos colmos é indesejável, pois não reflete com perfeição a quantidade e qualidade do pasto. O IAF é uma variável bem mais sustentada fisiologicamente, por estar relacionada diretamente com a fotossíntese bruta do dossel e, consequentemente, com a biomassa de forragem (Cutrim Jr. et al., 2011). Outros estudos recomendaram a utilização da altura do pasto na definição da frequência e intensidade de pastejo (Pinto, 2000; Carnevali, 2003; Sbrissia, 2004; Da Silva e Nascimento Júnior, 2007; Da Silva, 2013).

Em termos de intensidade de pastejo, Griffiths et al. (2003) propuseram que a proporção do tecido foliar removida a cada novo pastejo por bovinos representou, aproximadamente, 45% do seu comprimento inicial. Associando essa informação com o uso da morfogênese, Mazzanti e Lemaire (1994) desenvolveram a hipótese que se o animal visitar o mesmo perfilho duas vezes durante o tempo de vida de cada folha, então seria possível atingir até 70% de utilização da forragem produzida (Figura 2) antes que fosse perdida por senescência.

Portanto, pesquisas poderiam ser conduzidas no sentido de adotar diversas taxas de lotação e verificar, assim como fez Hodgson (1966), em qual delas o intervalo de pastejo na lotação contínua corresponderia à metade do TVF, quando ocorreria máxima EUF. Pode-se ainda afirmar sobre a importância de se direcionar o uso de insumos com vistas ao aumento da capacidade de suporte do pasto, a fim de maximizar a taxa de lotação, o rendimento animal e a eficiência de uso da forragem. Ou seja, quando já se trabalha numa EUF satisfatória, o aumento no crescimento do pasto tem de ser compensado pelo aumento na taxa de lotação, com os lucros advindos do maior rendimento por área obtido.

Quando se trata de utilização da forragem produzida sob condição de pastejo, nem sempre permitir um maior acúmulo de biomassa de forragem repercutirá numa maior conversão dessa forragem em produto animal. Desta forma, o conhecimento dos diversos processos que governam o fluxo de biomassa e o acúmulo de forragem total e verde na pastagem fornece subsídios para a tomada de decisões de manejo de



Fonte: Adaptado de Mazzanti e Lemaire (1994) e Griffiths et al. (2003).

Figura 2. Efeito dos fatores abióticos sobre o crescimento do pasto e da associação entre intensidade de pastejo e morfogênese como ferramenta de manejo das pastagens.

cunho prático, mas cientificamente embasadas (Lemaire e Chapman, 1996).

PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS SOB SUPRIMENTO BALANCEADO DE ÁGUA, NUTRIENTES E METAS ADEQUADAS DE MANEJO DO PASTEJO

As possibilidades de êxito do sistema de produção animal em pastagens manejadas intensivamente aumentam significativamente quando se opta por forrageiras de alto potencial, desde que suas exigências nutricionais e de manejo sejam atendidas. Os gêneros *Pennisetum*, *Cynodon* e *Panicum*, são reconhecidos pela elevada produção de biomassa e alta resposta à intensificação. Dentre as cultivares da espécie *P. maximum*, vários estudos já foram conduzidos com capim-tanzânia e capim-massai.

O capim-tanzânia com 2,0 novas folhas/perfilho sob manejo intensivo de água (7,98 mm diários) e nitrogênio (equivalente a 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹) produziu biomassa de forragem total de 4.125 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ (Silva et al., 2007), enquanto o capim-massai manejado com 1,5 novas folhas intactas/perfilho, 847 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio e irrigado com lâmina de 7,00 mm dia⁻¹, produziu 6.565 kg ha⁻¹ ciclo⁻¹ (Lopes, 2012). A partir desses dados, simulou-se a produtividade das pastagens (kg ha⁻¹ dia⁻¹ de BFT) e seus reflexos na taxa de lotação, considerando-se uma vaca com 450 kg de peso corporal, produzindo 16,0 L de leite por dia, com consumo diário de matéria seca de 16,0 kg, sendo 13,0 kg via pasto e 3,0 kg via concentrado. Obteve-se elevação de 8,54 UA ha⁻¹ para 22,09 UA ha⁻¹ na taxa de lotação (Figura 3), considerando a produtividade da pastagem no estudo de Lopes (2012), com base na eficiência de utilização da forragem produzida (EUF) de 70,0%. Isto representa aumento de 158,67% dentro do manejo intensivo. Considerando-se o manejo extensivo, em que observam-se taxas de lotação de 0,85 e 1,19 bovinos ha⁻¹ para o Nordeste e Brasil, respectivamente, os ganhos são ainda mais destacáveis, quando comparam-se com a taxa de lotação de 22,09 UA ha⁻¹ no manejo intensivo (simulação com base em dados de Lopes, 2012), verificando-se incrementos de 2.498,8% e 1.756,3% para o Nordeste e Brasil, respectivamente (para o manejo extensivo a taxa de lotação está em bovinos ha⁻¹).

Nesse contexto, simulou-se o seguinte exemplo: caso seja utilizada a área para manutenção somente de vacas,

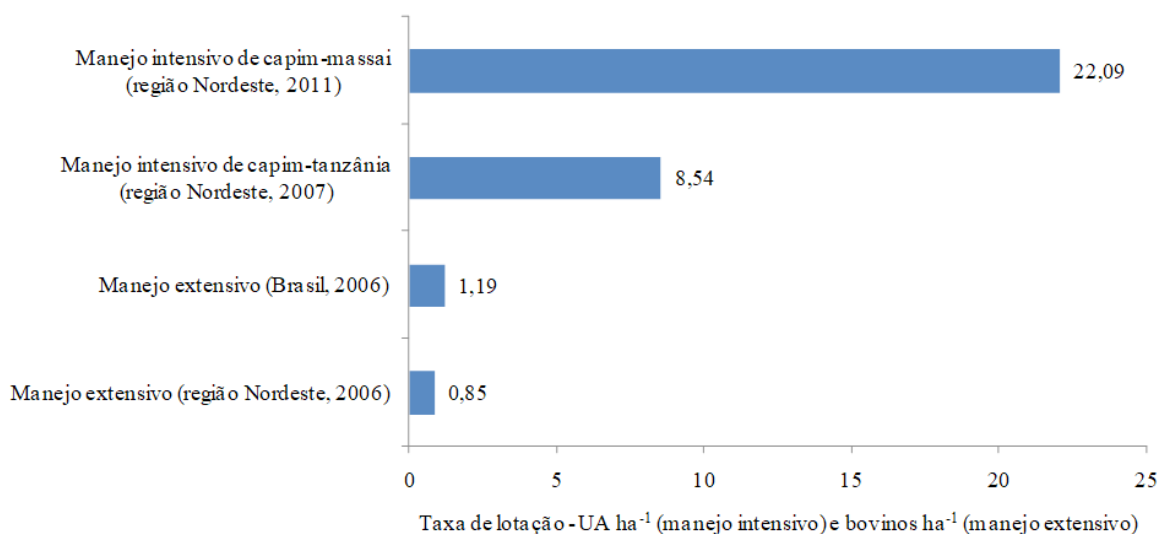
em lactação e secas (78,0% de vacas em lactação), há a possibilidade de manter-se, por hectare, o total de 8,54 vacas, sendo 6,66 em lactação, produzindo 106,6 L ha⁻¹ dia⁻¹. Considerando-se a evolução do potencial descrito anteriormente (Lopes, 2012), há a possibilidade de manter-se 22,09 vacas ha⁻¹, sendo 17,23 dessas em lactação, possibilitando produção de 275,7 L ha⁻¹ dia⁻¹.

Assim, os resultados das pesquisas desenvolvidas na região Nordeste apontam para uma evolução no manejo da pastagem e do pastejo que pode refletir na elevação dos índices técnicos e econômicos, proporcionando sustentabilidade dos sistemas de produção. Vale salientar que essa evolução tem em sua base a aplicação de conhecimentos de morfofisiologia vegetal, fertilidade do solo, manejo da irrigação e manejo do pastejo, sendo esses constantemente confrontados com as análises de desempenho econômico.

INDICADORES DE SERVIÇOS AMBIENTAIS EM ECOSISTEMAS DE PASTAGENS

As pastagens manejadas corretamente, quando comparadas aos solos sem cobertura vegetal ou outros sistemas de cultivo, além de produzir alimento, destacam-se pela alta eficiência em armazenar carbono no solo (via sequestro do CO₂ atmosférico), ciclar nutrientes, controlar erosão, filtrar poluentes, dentre outras funções relevantes (Schacht e Reece, 2009). Os serviços ambientais providos no ecossistema de pastagens resultam principalmente da alta capacidade das plantas forrageiras, especialmente as gramíneas C₄, em proporcionar cobertura do solo e, por meio da produção de biomassa radicular, reter as partículas de solo e favorecer a infiltração da água precipitada (Dias-Filho e Ferreira, 2013).

É importante mencionar que as pastagens podem também trazer efeitos indesejáveis ao ambiente. Por exemplo, a expansão das pastagens cultivadas sobre áreas de vegetação natural resulta em perda de habitat e ameaça à diversidade biológica. Ademais, o manejo inadequado das pastagens pode acarretar perda de produção, comprometendo a cobertura do solo, podendo ocasionar erosão e perda de nutrientes do solo, além de aumento na emissão de gases efeito estufa (Dias-Filho, 2011). Além disso, pastagens degradadas apresentam capacidade de produção de forragem e, conseqüentemente, de produção animal (carne ou leite), bastante prejudicada



Fonte: estimativas a partir de Silva et al. (2007), Lopes (2012) e Dias-Filho (2016).

Figura 3. Evolução das taxas de lotação estimadas em pastagens cultivadas na região Nordeste e no Brasil em função da melhoria do manejo da pastagem e do pastejo, entre 2006 e 2011.

ou mesmo inviabilizada (Dias-Filho, 2011). Ressalta-se que mesmo a produção em pastejo podendo causar impactos ambientais negativos, o refinamento das práticas de manejo da pastagem e do pastejo pode incrementar a capacidade desse ecossistema em ofertar serviços ambientais e diminuir os desserviços (Dias-Filho, 2011). Nesse contexto, destaca-se, por exemplo, a mitigação das emissões de gases de efeito estufa, por meio de refinamento nas práticas de manejo da pastagem e do pastejo e da seleção de plantas forrageiras adaptadas às condições ambientais e de manejo (Dias-Filho e Ferreira, 2013).

No tocante ao manejo do pastejo, ressalta-se que a intensidade e frequência de pastejo podem ser controladas para garantir o acúmulo de matéria orgânica nos solos. Destaca-se também, que a alta taxa de assimilação de carbono das gramíneas forrageiras constitui função relevante no sequestro de carbono. Outro ponto relevante refere-se às reduções nas emissões de óxido nitroso (N_2O), que podem ser alcançadas por meio do aumento na eficiência do uso de nitrogênio pelas forrageiras (Dias-Filho, 2011), a partir de práticas como parcelamento da dose de nitrogênio aplicado, uso de fontes de nitrogênio que proporcionem menores perdas, uso da fertirrigação, entre outras.

Outra ação de manejo relevante que aumenta a capacidade das pastagens em sequestrar carbono e diminuir as emissões de gases de efeito estufa refere-se ao manejo de recuperação de pastagens degradadas, por meio de práticas como ajuste da taxa de lotação, adubação, introdução de forrageiras adaptadas, irrigação, entre outras (Dias-Filho, 2011). Ao melhorar a qualidade nutricional e a produção de forragem, a recuperação de pastos degradados também é capaz de contribuir, de forma direta ou indireta, na mitigação das emissões de gases do efeito estufa (Dias-Filho, 2011). Dessa forma, o aumento na disponibilidade e na qualidade de forragem produzida resultantes da recuperação da pastagem, melhora o manejo nutricional do rebanho, reduzindo a idade de abate e melhorando o índice reprodutivo, dois fatores importantes no aumento da eficiência de produção. A implementação de práticas de manejo que aumentam a digestibilidade da forragem constitui estratégia prática e de baixo custo para mitigar as emissões de CH_4 pelos ruminantes (Hart et al., 2009). O aumento na produtividade das pastagens, decorrente da recuperação de pastagens improdutivas, também representa uma forma de evitar o desmatamento e, consequentemente, evitar as emissões de gases de efeito estufa. As metas de produção animal seriam alcançadas pelo aumento da produção por área e não pelo incremento da área de produção (Dias-Filho, 2011). Nesse sentido, em pastagens recuperadas, o aumento da produção animal pode ser alcançado pela intensificação e não pela expansão das áreas de pastagens (Dias-Filho, 2011; Dias-Filho e Ferreira, 2013).

ESTRATÉGIAS DE MANEJO SUSTENTÁVEL DAS PASTAGENS NO NORDESTE DO BRASIL

Sistemas integrados de produção animal em pastagens

Os sistemas integrados de produção animal em pastagens apresentam-se como alternativas ecologicamente mais apropriadas para recuperar a produtividade de áreas tropicais degradadas, ou para manter a produtividade econômica dessas áreas, com menores impactos negativos para o solo, os recursos hídricos e a biodiversidade (Dias-Filho, 2011). A implantação desses sistemas para a produção de ruminantes é uma forma de intensificação da atividade pecuária em regiões tropicais (Franchini et al., 2010) que visa a ganhos

econômicos e sustentabilidade. Assim, Dias-Filho (2011) destacou os sistemas silvipastoril (integração floresta-pecuária) e agropastoril (integração lavoura-pecuária - ILP) como alternativas para a recuperação de pastagens tropicais e subtropicais. Menciona-se ainda, o sistema ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta) como outra alternativa promissora.

Os sistemas silvipastoris podem trazer vários benefícios para o ambiente e para os animais (Dias-Filho, 2011), destacando-se: conservação do solo e dos recursos hídricos, aumento do sequestro de carbono, da biodiversidade, do conforto animal, entre outros. A ILP constitui alternativa sustentável na mitigação dos gases de efeito estufa por diversificar as atividades, integrando a pastagem à agricultura, focando-se no sinergismo para benefício dos componentes envolvidos. Buscando-se associar condições adequadas de fertilidade do solo da área de lavouras em sistema de plantio direto com a elevada capacidade das pastagens em armazenar carbono no solo, visualiza-se incremento no aporte de carbono no solo e consequente diminuição nas emissões de CO_2 para atmosfera, uma vez que este sistema mantém a integridade estrutural dos agregados do solo, reduzindo a oxidação da matéria orgânica do solo e a sua degradação (Paulino et al., 2012). A ILP, que preconiza o plantio de gramíneas consorciadas com culturas agrícolas, é opção viável para intensificar o uso da terra, elevar a produtividade e diversidade da propriedade rural, recuperar pastagens degradadas e reduzir desmatamentos (Franchini et al., 2010).

Pastos consorciados

A consorciação de gramíneas com leguminosas forrageiras integra o conjunto de estratégias de manejo de grande importância para a produção animal sustentável, pois melhora a qualidade da forragem produzida, favorece o ganho de peso, reduz gastos com adubos nitrogenados e contribui para recuperar áreas de pastagens degradadas (Paulino et al., 2012). Além disso, a participação de leguminosas na área de pastagem pode exercer efeito positivo na ciclagem de nutrientes, por proporcionar ganho quantitativo na produtividade primária e consequente deposição de resíduos (serrapilheira e excreta), além da aceleração da taxa de ciclagem dos nutrientes contidos em resíduos vegetais de maior qualidade. A transferência para a gramínea de parte do nitrogênio fixado pela leguminosa é outro relevante objetivo da consorciação. Nesse contexto, Lira et al. (2006) mencionaram que a participação de leguminosas fixadoras de nitrogênio em 25% da composição botânica de uma pastagem equivale a uma adubação mineral anual de 100 kg de nitrogênio.

Mesmo sendo prática antiga, a consorciação de pastagens ainda não é muito difundida. Alguns fatores podem justificar esse fato, destacando-se o elevado custo de implantação (principalmente elevado preço das sementes), dificuldade na estabilização de produção da cultura, competição entre gramíneas e leguminosas, dificuldade na definição de metas de manejo do pastejo que atendam morfofisiologicamente as gramíneas e leguminosas. Ademais, as leguminosas de modo geral apresentam maior valor nutritivo, o que aumentaria ainda mais a pressão de pastejo dos ruminantes sobre as mesmas, sendo suprimidas não só pela maior agressividade da gramínea, como também pela maior intensidade de pastejo que estaria recebendo. Nesse sentido, Paulino et al. (2012) destacaram que a escolha das culturas (gramíneas e leguminosas) para consorciação deve ser analisada com bastante rigor. Assim, ressaltam-se a necessidade de estudos que embasem a adoção de tecnologias de manejo que permitam a persistência das leguminosas em pastagens, notadamente as de região tropical.

Pastagens diferidas

A pastagem diferida constitui tecnologia empregada com o objetivo de aumentar o período de utilização da forragem pelos animais em pastejo, possuindo três princípios técnicos englobados na sua condução: acúmulo de forragem possível de ser alcançada no terço final do período de crescimento da forrageira, decréscimo mais lento da qualidade das gramíneas forrageiras tropicais à medida que estas crescem na fase final do período das águas e elevada eficiência de utilização da forragem acumulada (Corsi, 1986). Os pastos diferidos geralmente são caracterizados por grande quantidade de biomassa de forragem, porém de baixa qualidade. Contudo, ressalta-se que as estimativas de produção de forragem em pastagens diferidas são variáveis em função das épocas de diferimento e de utilização das pastagens, bem como em resposta às ações de manejo empregadas antes do período de diferimento. Destaca-se ainda, que a produção de forragem diferida é muito dependente das condições climáticas e, portanto, variações entre anos para uma mesma região provocam diferenças significativas em produção de forragem (Euclides et al., 2007; Fonseca e Santos, 2009).

Em pastagens diferidas, o fator qualitativo é, provavelmente, o mais limitante à produtividade animal (Euclides et al., 2007). Por isso, uso de pastos diferidos são mais recomendados para as categorias animais de menor exigência nutricional. No entanto, se for adotada suplementação concentrada, pode-se utilizar o pasto diferido para animais mais exigentes sem comprometer o desempenho almejado (Fonseca et al., 2013).

Segundo Fonseca et al. (2013), a capacidade de suporte de pastos diferidos raramente ultrapassa 1,5 a 2,0 UA ha⁻¹, limitando seu uso em sistemas produtivos em início de intensificação. Porém, considerando-se uma taxa de lotação média no Brasil de 0,6 UA ha⁻¹, o pasto diferido é tecnologia promissora para aumentar a capacidade de suporte das pastagens.

Vale ressaltar que várias ações de manejo podem ser adotadas na pastagem diferida para melhorar estrutura e qualidade, com reflexos na sua produtividade vegetal e animal. As principais ações a serem efetuadas incluem: escolha da planta forrageira, altura do pasto no início do diferimento, adubação nitrogenada, duração do período de diferimento, subdivisão da área a ser diferida (diferimento parcial ou escalonado), determinação da oferta de forragem e suplementação animal. Cada ação de manejo pode ser usada para fins específicos, embora existam interações que ainda são pouco exploradas pelos pecuaristas (Fonseca et al., 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pastagens cultivadas no Nordeste do Brasil tem contribuído sobremaneira para elevação nos índices de produtividade dos rebanhos, todavia, para se alcançar máxima resposta econômica, sustentada ambientalmente, demanda-se adequado manejo, norteador por refinamento no suprimento hídrico e nutricional e no manejo do pastejo, buscando-se no todo, o ponto ótimo econômico do sistema, com garantia de sustentabilidade através de importantes serviços ambientais alcançados.

Ademais, as pastagens cultivadas podem proporcionar ganhos econômicos associados com sustentabilidade do sistema de produção, através da adoção de tecnologias de menor impacto, como implementação de sistemas integrados de produção em pastagens, pastos consorciados e pastos diferidos, entre outras. Assim, quando manejadas adequadamente, as pastagens possibilitam ampliar benefícios e diminuir impactos ambientais negativos,

pois atuam positivamente sobre a provisão de serviços ambientais e conservação da biodiversidade, além de reduzir o desmatamento de novas áreas.

LITERATURA CITADA

- Bonfim-Silva, E.M.; Monteiro, F.A. Nitrogênio e enxofre em características produtivas do capim-braquiária proveniente de área de pastagem em degradação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.4, p.1289-1297, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000500006>
- Bredemeier, C.; Mundstock, C.M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. *Ciência Rural*, v.30, n.2, p.365-372, 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200029>
- Cândido, M.J.D.; Silva, R.G.; Neiva, J.N.M. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2234-2242, 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000800006>
- Carnevali, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 136p., 2003.
- Chapin, F.S.; Bloom, A.J.; Field, C.B. et al. Plant response to multiple environmental factors. *BioScience*, v.37, n.1, p.49-57, 1987. <https://doi.org/10.2307/1310177>
- Corsi, M. Adubação nitrogenada das pastagens. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Corsi, M. Pastagem de alta produtividade. CON. BRAS. DE PASTAGENS, e SIMP. BRAS. DE PASTAGEM, 8., 1986. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1986. p.499-512.
- Cutrim, J.A.A.; Cândido, M.J.D.; Valente, B.S.M. et al. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.3, p.489-497, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000300005>
- Da Silva, S.C. O manejo do pastejo e a produção animal. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. (Ed.). *Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros*. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2013. 714p.
- Da Silva, S.C.; Nascimento Júnior, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.121-138, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>
- Dias-Filho, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4ª ed., Belém: Ed. do autor, 2011. 215p.
- Dias-Filho, M.B.; Ferreira, J.N. As pastagens e o meio ambiente. In: Reis, R.A.; Bernardes, T.F.; Siqueira, G.R. (Ed.). *Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros*. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2013. 714p.
- Euclides, V.P.B.; Flores, R.; Medeiros, R.N. et al. Diferimento de pastos de braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.2, p.273-280. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2007000200017>
- Fonseca, D.M.; Santos, M.E.R. Diferimento de pastagens: estratégias e ações de manejo. In: Souza, F.F.; Evangelista, A.R.; Lopes, J. et al. (Org.). VII Simpósio e III Congresso de Forragicultura e Pastagens. 1 ed. Lavras: UFLA, 2009. p. 65-88.
- Fonseca, D.M.; Nascimento Júnior, D.; Fagundes, J.L. et al. Formação e manejo de pastagens. 2000. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- Fonseca, D.M.; Santos, M.E. R.; Gomes, V.M. Pastejo diferido. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. (Ed.). *Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros*. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel-ME, 2013. 714p.
- Franchini, J., C.; Debiasi, H.; Wruck, F.J. et al. Integração lavoura-pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).
- Fulkerson, W.J.; Donaghy, D.J. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence – key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.41, n.2, p. 261-275, 2001. <https://doi.org/10.1071/EA00062>

- Gomide, C.A.M., Gomide, J.A., Martinez Y Huaman, C.A. et al. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p. 2165-2175, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000900003>
- Gomide, C.A.M.; Gomide, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2, p.341-348, 2000. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200004>
- Griffiths, W.M.; Hodgson, J.; Arnold, G.C. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. II. Regulation of bite depth. *Grass and Forage Science*, v.58, n.2, p.125-137, 2003. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.2003.00361.x>
- Hart, K. J.; Martin, P.G.; Foley, P.A. et al. Effect of sward dry matter digestibility on methane production, ruminal fermentation, and microbial populations of zero-grazed beef cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.87, n.10, p.3342-3350, 2009. <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1786>
- Hodgson, J. The frequency of defoliation of individual tillers in a set-stocked sward. *The Journal of the British Grassland Society*, v.21, n.4, p.258-263, 1966. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1966.tb00483.x>
- Kluthcouski, J.; Aidar, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens. In: Kluthcouski, J.; Stone, L.F.; Aidar, H. (Ed.). *Integração lavoura-pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p.185-223.
- Lemaire, G.; Chapman, D.F. Tissue flows in grazed communities. In: Hodgson, J.; Illius, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. CAB International, Wallingford, 1996. p.3-37.
- Lira, M.A.; Santos, M.V.F.; Dubeux JR., J.C.B. et al. Sistemas de Produção de Forragem: Alternativas para Sustentabilidade da Pecuária. In: *Simpósios da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 43. João Pessoa, 2006. Anais... João Pessoa: SBZ/ UFPB, 2006. p.491-511.
- Lopes, M.N. Trocas gasosas e morfofisiologia em capim-massai sob pastejo e adubado com nitrogênio. 2012. 118 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.
- Lopes, M.N.; Cândido, M.J.D.; Pompeu, R.C.F.F. et al. Biomass components in Massai grass during establishment and regrowth under five nitrogen fertilization levels. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1629-1637, 2011b. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000800002>
- Lopes, R.S.; Fonseca, D.M.; Oliveira, R.A. et al. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.1, p.20-29, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000100003>
- Mazzanti A.; Lemaire, G. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*. v.49, n.2, p.352-359, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1994.tb02010.x>
- Paulino, V. T.; Schumann, A. M.; Silva, S. C. et al. Impactos ambientais da exploração pecuária em sistemas intensivos de pastagem. *Informe Agropecuário*, v.33, n.266, p.7 - 14, 2012.
- Pinto, L.F.M. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* ssp. submetidas a pastejo. Piracicaba: USP/ESALQ, 2000. 124p. (Dissertação de mestrado).
- Prado, R. M. Manual de Nutrição de Plantas Forrageiras. Editora Funep, 2008. 500p.
- Raij, B. v. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Editora IPNI, 2011. 420p.
- Sbrissia, A. F. Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 171p. 2004.
- Schacht, W. H.; Reece, P. E. Impact of livestock grazing on extensively managed grazing lands. In: Mcdowell, R. W. (Ed.). *Environmental impacts of pasture-based farming*. Oxfordshire: CABI, 2009. p. 122-143. <https://doi.org/10.1079/9781845934118.0122>
- Silva, R.G.; Cândido, M.J.D.; Neiva, J.N.M. et al. Características estruturais do dossel de pastagens de capim-tanzânia mantidas sob três períodos de descanso com ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1255-1265, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000600006>
- Silva, R.G.; Lopes, M.N. Manejo de pasturas bajo riego y fertilización en sistemas de producción intensivos en condiciones tropicales. En: Bravo, A.D.P. (Ed). *Manejo de Pastos y Forrajes Tropicales. Cuadernos Científicos Girarz 13*. Fundación Girarz. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela, 2013. p.143-154.
- Tieszen, L.L.; Detling, J.K. Productivity of grassland and tundra. Berlin: Springer-Verlag, v.12, 1983, p.173-203. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68156-1_7
- Vitor, C.M.T. Adubação nitrogenada e lâmina de água no crescimento do capim-elefante. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- Werner, J.C.; Paulino, V.T.; Cantarella, H. Forrageiras. In: Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J.; Furlani, A.M.C. (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: IAC, 1996. p.263-273. (IAC. Boletim técnico, 100).