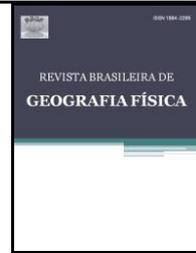




Revista Brasileira de Geografia Física



Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Mudanças Climáticas Globais e a Pecuária: Cenários Futuros para o Semiárido Brasileiro

Patricia Menezes Santos^{1*}, Tadeu Vinhas Voltolini², Ana Clara Rodrigues Cavalcante³, José Ricardo Macedo Pezzopane¹, Magna Soelma Beserra de Moura², Thieres George Freire da Silva⁴, Giovana Maranhão Bettiol¹, Pedro Gomes da Cruz¹

¹ Pesquisador (a) da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos – SP. E-mail: patricia@cnpse.embrapa.br; ² Pesquisador (a) da Embrapa Semiárido, Petrolina – PE; ³ Pesquisadora da Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral – CE; ⁴ Professor adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada – PE.

Artigo recebido em 09/12/2011 e aceito em 27/12/2011

RESUMO

Os sistemas de produção animal no Semiárido brasileiro podem ser vulneráveis às mudanças climáticas. Cenários futuros para a produção de *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* e *Opuntia ficus indica* foram analisados para a identificação de áreas mais vulneráveis. A partir dos modelos já disponíveis, foram identificadas algumas áreas de maior vulnerabilidade, o que possibilitou a indicação de alternativas de adaptação dos sistemas de produção para mitigação de possíveis impactos negativos das mudanças climáticas globais sobre a produção animal do Semiárido brasileiro. O desenvolvimento de técnicas para o uso sustentável da Caatinga como pasto nativo contribuirá para reduzir a degradação deste bioma e os riscos de desertificação da região. Novas variedades de plantas forrageiras, tanto de exóticas quanto de espécies nativas, melhor adaptadas para as condições de cenários climáticos futuros poderão ser desenvolvidas através do melhoramento vegetal. O uso de irrigação de pastagens e o aproveitamento de co-produtos na alimentação dos animais contribuirão para o aumento de produtividade e para a redução da pressão sobre a vegetação nativa. Diversos grupos de pesquisa têm desenvolvido modelos melhores para projeção regionalizada de chuva e de temperatura. O desenvolvimento desses modelos permitirá uma investigação mais precisa dos possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a pecuária no semiárido brasileiro.

Palavras - chave: pastagem; pastagem nativa; produção animal; sistemas de produção.

Global Climatic Changes and Animal Production: Future Scenarios for the Brazilian Tropical Semi-arid

ABSTRACT

The animal production systems on semi-arid areas of Brazil may be vulnerable to global climatic changes. Future scenarios for the production of *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* and *Opuntia ficus indica* were analysed to identify more vulnerable areas. Using the models already available, areas with higher vulnerability were identified and alternatives for adaptation of current animal production systems were proposed to mitigate possible negative impacts of global climatic changes. The development of techniques for the sustainable use of Caatinga as native pasture may contribute to reduce degradation of the Caatinga biome and to reduce risks of desertification. New genotypes of exotic and native forage species, better adapted to future climatic conditions, may be developed through plant breeding. Pasture irrigation and use of residues from industries as animal feed will improve productivity and reduce pressure over Caatinga biome. Several research groups are developing better models to a better regionalized prediction of rainfall and temperature. The development of these models will allow a more precise investigation of the possible impacts of the climatic changes on animal production systems on semi-arid area of Brazil.

Keywords: grassland; rangeland; animal production; production systems.

1. Introdução

O dimensionamento dos efeitos dos cenários futuros de mudanças climáticas

globais sobre a agricultura é estratégico para o Semiárido brasileiro e permitirá a proposição de medidas de adaptação dos sistemas produtivos e de mitigação de seus impactos.

* E-mail para correspondência: patricia@cnpse.embrapa.br (Santos, P. M.).

A produção animal é uma das atividades sócio-econômicas mais importantes do Semiárido brasileiro, com destaque para os ruminantes. A criação de bovinos e caprinos destinados à produção de leite, assim como a criação de ovinos, caprinos e bovinos visando à produção de carne é praticada ao longo de toda a extensão do Semiárido. A pecuária contribui com a produção de alimentos para as famílias e para a geração de empregos e manutenção de pessoas na zona rural, além de impulsionar cadeias produtivas que tem grande participação na economia de toda a região (Holanda Júnior *et al.*, 2004).

Estima-se que o rebanho bovino do Semiárido seja de aproximadamente 14 milhões de cabeças, cerca de 50% do rebanho da região Nordeste e de 15% do plantel nacional (IBGE, 2006). Dentro dos limites do Semiárido, a pecuária leiteira bovina destaca-se no Agreste Nordestino, com a presença de importantes bacias leiteiras como a de Nossa Senhora da Glória/SE, Batalha/AL e Garanhuns/PE. Na pecuária de corte, o norte de Minas Gerais e o Centro-Sul e Centro-Norte Baiano se destacam como importantes regiões produtoras.

O Semiárido brasileiro também tem grande destaque na criação de caprinos de corte e leite e na produção de ovinos destinados ao corte. Segundo o IBGE (2006) o plantel caprino e ovino da região é de aproximadamente 12 milhões de animais. A pecuária caprina leiteira destaca-se na Paraíba e Rio Grande do Norte, com volumes diários

de produção superiores a 20.000 L, ao passo que a caprinovinocultura de corte é praticada especialmente nas regiões mais secas do Semiárido.

Os sistemas de produção desses ruminantes são, em sua maioria, extensivos e até mesmo ultraextensivos, predominando os pequenos empreendimentos de base familiar, em que a fonte alimentar principal dos rebanhos é a vegetação nativa. A diversidade de condições edafo-climáticas, de relevo e de vegetação da região, no entanto, possibilita a exploração de uma grande variedade de culturas agrícolas e de plantas forrageiras, em sua maioria adaptadas ao clima quente e seco.

As mudanças climáticas podem afetar os sistemas de produção animal adotados no Semiárido. Os zoneamentos bioclimáticos podem ser utilizados para avaliar o risco climático da pecuária frente aos cenários de alterações no clima, pois fornecem informações sobre o potencial da atividade em uma região, bem como os possíveis efeitos sobre as áreas de produção de forragens, o consumo alimentar e a produção dos animais (Silva *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010). Cenários futuros para a produção animal nesta região foram gerados com o auxílio de modelos de aptidão desenvolvidos para as espécies forrageiras *Brachiaria brizantha* (capim-braquiarião), *Panicum maximum* (capim-colonião, capim-guiné, capim-mombaça, capim-tanzânia, capim-massai, etc), *Cenchrus ciliaris* (capim-bufel) e *Opuntia ficus indica* (palma forrageira), e a

partir destes estudos, foram identificadas as áreas de maior vulnerabilidade.

2. Desenvolvimento

2.1 Principais forrageiras utilizadas na alimentação de ruminantes no semiárido

Diversos recursos forrageiros são utilizados na alimentação dos ruminantes no Semiárido brasileiro, incluindo a vegetação nativa e plantas exóticas adaptadas. Devido à irregularidade das chuvas e aos baixos índices pluviométricos, grande parte da região enfrenta um problema crônico de falta de água, o que impede o pleno desenvolvimento de atividades agropecuárias. Por isso, a produção pecuária no Semiárido é baseada no uso da Caatinga, caracterizada por vegetação xerófila e de fisionomia florística variada, ocupando uma área de 824.000 km², o que corresponde a 70% da área da região Nordeste (Drumond *et al.*, 2000).

A diversidade na composição florística do bioma Caatinga (Andrade-Lima, 1981) dificulta as estimativas de capacidade de suporte. Além disso, o ambiente pastoril na Caatinga é compartilhado tanto por rebanhos bovinos, quanto por caprinos e ovinos, sendo que mais de 90% dos modelos de exploração pecuária praticados na região são mistos. Alguns trabalhos mostram que a capacidade de suporte para ambientes pastoris de Caatinga, baseada na identificação de plantas forrageiras e de sua oferta de forragem ao longo do ano, pode variar de 1,0 a 22 ha UA⁻¹ ano⁻¹ (Araujo Filho, 2006).

Dentre as espécies de plantas forrageiras exóticas, merecem destaque para as áreas mais secas o sorgo, a leucena, a gliricídia, o guandu, a melancia-forrageira, a algaroba, o capim-corrente capim-andropogon, o capim-gramão e, sobretudo, o capim-bufel e a palma-forrageira. As plantas forrageiras que exigem maior disponibilidade hídrica, como o capim-elefante e os capins dos gêneros *Brachiaria*, *Panicum* e *Cynodon*, são cultivados nas áreas de maior índice pluviométrico ou em áreas irrigadas.

A produção de forragem dos pastos de capim-bufel, em Petrolina, PE, alcançou 8.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS. Pastejado por bovinos, os ganhos de peso obtidos variaram de 0,5 kg animal⁻¹ dia⁻¹ a 1,0 kg animal⁻¹ dia⁻¹ com taxas de lotação variando de 0,8 a 1,2 UA ha⁻¹ ano⁻¹, sendo possível obter mais de 430 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de carne. Com ovinos, Voltolini *et al.* (2011) relataram taxas de lotação de 10 animais ha⁻¹ e ganhos de 0,064 kg animal⁻¹ dia⁻¹ para animais mantidos exclusivamente em pastos de capim-bufel durante o período seco do ano.

As três cultivares de palma forrageira mais difundidas no Semiárido brasileiro são: Gigante, Redonda e Miúda, todas oriundas da América do Norte. Com os métodos atuais de cultivo, especialmente os adensados e bem manejados, são relatadas produções de matéria seca da palma-forrageira acima de 20 ton ha⁻¹ ano⁻¹ (Neves *et al.*, 2010), valor bastante considerável para regiões semiáridas.

Em sistemas de produção extensivos, a

taxa de lotação animal em pastagens de *Panicum* e *Brachiaria* é de cerca de 1,0 UA ha⁻¹ ano⁻¹. A produtividade de carne em sistemas extensivos de recria e engorda na microregião de Itapetinga, BA é de, aproximadamente, 150 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Em pastagens adubadas de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*, a taxa de lotação chega a 8,5 UA ha⁻¹ no período das chuvas com ganhos de peso vivo de 0,850 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (Côrrea e Santos, 2003).

Nos sistemas de produção mais intensivos baseados em gramíneas do gênero *Panicum* no semiárido com uso de irrigação é possível a manutenção de taxas de lotação de 60 ovinos na fase de terminação por hectare (Silva *et al.*, 2007) e até 46 cabras leiteiras por hectare (Cavalcante, 2010) durante oito meses de estação seca.

2.2 Cenários futuros para a pecuária no semiárido brasileiro

O relatório do 4^o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas indica que, no futuro, haverá redução da

quantidade de água disponível no solo associada ao aumento da temperatura em várias áreas da América Latina (Pachauri, 2007). Na região do Semiárido nordestino, as projeções indicam reduções da ordem de 10 a 20% na precipitação dos meses de junho a agosto; enquanto nos meses de janeiro a março, a incerteza associada às projeções feitas pelos diferentes modelos é muito grande (Pachauri, 2007). Na maioria do Semiárido brasileiro as chuvas ocorrem entre os meses de janeiro e abril, quando o total precipitado corresponde a mais de 70% das chuvas do ano, ou seja, exatamente nos meses mais chuvosos para a região semiárida não há convergência dos modelos climáticos futuros para precipitação. Ao contrário, há grande convergência dos modelos para os cenários de temperatura do ar, onde se prevê aumento.

Um sumário das projeções climáticas para o semiárido do Nordeste, feitas a partir modelo regional Eta-CPTEC e dos modelos globais do IPCCAR4 em curto, médio e longo prazo, é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Projeções climáticas derivadas do modelo regional Eta-CPTEC e dos modelos globais do IPCCAR4 para o semiárido do Nordeste. (Adaptado de Marengo *et al.*, 2011).

Extremo climático	Tendência no curto prazo (2010-2040)	Tendência no médio prazo (2041-2070)	Tendência no longo prazo (2071-2100)	Confiabilidade
Chuva total	Diminuir	Diminuir	Diminuir	Alta
Temperatura	Aumentar	Aumentar	Aumentar	Alta
Dias secos consecutivos	Aumentar	Aumentar	Aumentar	Alta
Precipitação intensa	Diminuir	Diminuir	Diminuir	Baixa
Ondas de calor	Aumentar	Aumentar	Aumentar	Alta
Deficiência hídrica	Aumentar	Aumentar	Aumentar	Alta
Umidade do solo	*	*	Diminuir	Alta
Escoamento superficial	*	*	Diminuir	Alta

*Tendência não foi calculada para o período

O Semiárido deve ser um dos ambientes mais afetados pelas mudanças climáticas, principalmente no que diz respeito ao aumento de áreas desérticas. A perda de cobertura vegetal, decorrente do desmatamento ou do superpastejo, pode contribuir para agravar este cenário.

2.3 Cenários agrícolas futuros para palma forrageira (*Opuntia ficus indica*)

As regiões de cultivo do gênero *Opuntia* se situam no México, Estados Unidos, África do Sul, Egito, Peru, Itália, Brasil e Tunísia (Felker, 1995), sendo que o mesmo apresenta distribuição geográfica em diversos ambientes, principalmente devido à sua rusticidade e resistência às adversidades edafo-climáticas das regiões áridas e semiáridas. Souza *et al.* (2008) constataram que a *Opuntia* sp. apresenta ampla adaptação climática, contudo seu potencial produtivo se expressa de forma mais acentuada em regiões de clima ameno com temperaturas médias variando de 16,1 °C a 25,4 °C; temperaturas máximas entre 28,5 °C e 31,5 °C; enquanto que a faixa ótima para temperatura mínima foi mais ampla, variando de 8,6 °C a 20,4 °C. Esses mesmos autores observaram que a amplitude térmica ideal para a palma varia de 10,0 °C a 17,2 °C.

No que se refere ao índice pluviométrico, a faixa ideal ao cultivo e boa produção da *Opuntia* sp. situa-se entre 368,4 mm e 812,4 mm anuais (Souza *et al.*, 2008), enquanto Pimienta-Barrios e Muñoz-Urias

(1995) citam que as espécies do gênero *Opuntia* conseguem crescer em zonas com precipitação anual de até 200 a 250 mm, entretanto os limites críticos para sua exploração estão próximos de 450 mm por ano.

As diferentes faixas climáticas para o bom desenvolvimento e exploração da palma forrageira, associadas às características normais da temperatura e precipitação no semiárido, fazem com que existam áreas de maior ou menor aptidão, onde a cultura pode ser explorada com maior ou menor produção matéria seca. A delimitação dessas áreas é importante para o cultivo com menor risco e maior sucesso, principalmente em anos mais secos. Para o Estado de Pernambuco, sob o ponto de vista climático, cerca de 42,3% dos municípios apresentam condições adequadas ao cultivo da palma forrageira, enquanto que 54,4% da abrangência territorial do Estado apresentam restrições (Souza *et al.*, 2008). Nestas regiões o cultivo da palma pode ser realizado, contudo, pode haver restrições quanto à amplitude térmica ou ao índice de umidade, o que pode ter como consequência a redução na produtividade da cultura.

Assim, de acordo com as mudanças climáticas previstas nessas regiões, a geografia da produção de palma no Semiárido brasileiro poderá sofrer alterações em função do aquecimento global e das mudanças nos padrões da precipitação. Um exemplo é apresentado a seguir para o estado de Pernambuco (Figura 1), importante produtor

de palma, considerando o ano 2050 para o cenário A2 do modelo Precis. Observa-se que poderá haver uma redução nas áreas aptas no interior do estado, na parte do Sertão do São Francisco, que aparecem como restritas no ano de 2050; por outro lado, no agreste e mais próximo ao litoral, há um aumento das áreas aptas e restritas, e redução na área

inadequada. Considerando que estas análises foram feitas somente para os dados futuros de temperatura, pode-se dizer que essas alterações no desenho das áreas potenciais da palma forrageira para o estado de Pernambuco são devidas as variações que o aquecimento global está proporcionando no balanço hídrico climático.

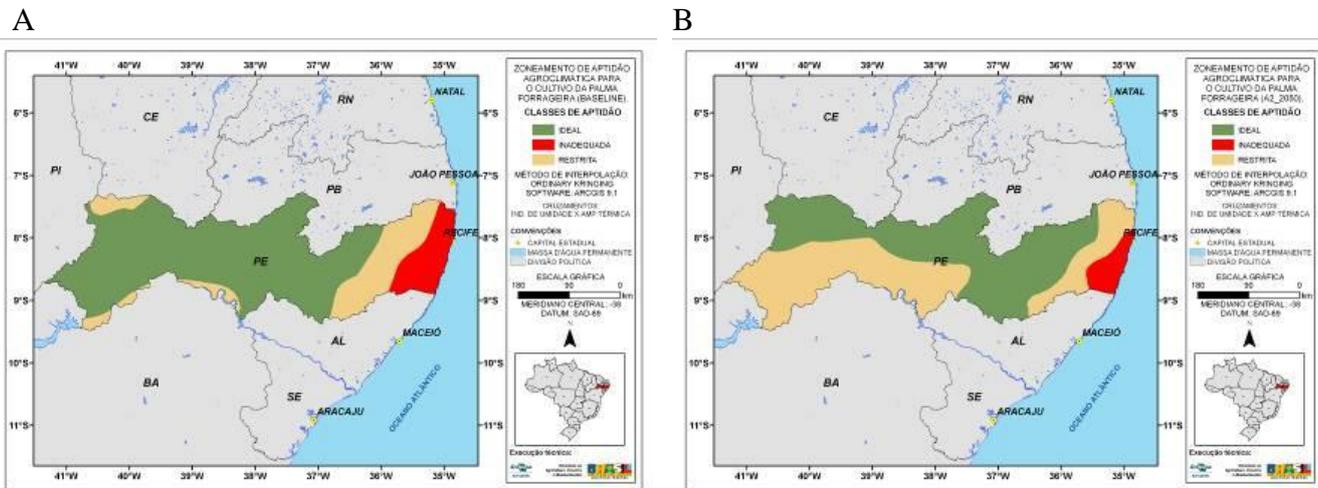


Figura 1. Aptidão agroclimática do estado de Pernambuco ao cultivo da palma forrageira (*Opuntia* sp.), considerando os dados gerados pelo PRECIS para o BASELINE (1961-1990; A) e para o cenário A2-2050 (B). Mapas: Ivan Ighour Silva Sá e Magna Soelma Beserra de Moura.

2.4 Cenários agrícolas futuros para capim-bufel (*Cenchrus ciliaris*)

Alterações na produção de forragem ou na capacidade de perenização do capim-bufel podem modificar as áreas ocupadas por essa espécie forrageira, com impactos sócio-econômicos negativos para as áreas do Semiárido onde a pecuária é praticada. De acordo com Santos *et al.* (2010a) a faixa de temperatura média do ar ideal para o bufel varia de 23,6 °C a 28,1 °C. No que se refere à temperatura para a germinação de sementes

de capim bufel, pode-se considerar adequada a faixa entre 25 °C e 30 °C (Santos *et al.*, 2010b). Valores de temperatura superiores a 30 °C podem elevar a mortalidade das plântulas, enquanto temperaturas inferiores a 25 °C atrasam o processo de germinação.

A precipitação pluvial ótima para o capim-bufel varia de 347,6 a 1.027,3 mm anuais. Segundo Dantas Neto *et al.* (2000), o capim-bufel apresentou maior produtividade de forragem (kg de MS ha⁻¹) quando a lâmina de água fornecida foi 334 mm, enquanto a

aplicação de lâminas de água inferiores a 199 mm anuais resultou em prejuízos na produtividade do capim-bufel. Vale salientar, que no ambiente semiárido, a distribuição da precipitação é muito irregular no espaço e no tempo. A ocorrência de veranicos pode ocasionar redução na produção de matéria seca, mesmo que o total da precipitação esteja dentro da faixa ótima para a cultura.

Para o ano de 2010, as áreas aptas para o capim-bufel abrangem tanto a região do Semiárido quanto alguns estados do Centro-Oeste, Pará, Minas Gerais, Roraima e Amapá (Figura 2). A partir deste ano, verifica-se uma diminuição no tamanho das áreas aptas no Semiárido (Figura 2). Em 2050, apenas as áreas semiáridas da Bahia e de Minas Gerais

se apresentarão com aptidão favorável ao desenvolvimento e produção potencial desta forrageira. Para as regiões que se enquadram nas áreas restritas, o cultivo do capim-bufel poderá ocorrer, entretanto, seu plantio em determinados meses, com temperaturas máximas mais elevadas pode resultar em diminuição da germinação (Santos *et al.*, 2011), com reflexos sobre a produção e persistência do pasto. Neste estudo, feito com base apenas nos dados temperatura, não foram identificadas áreas inaptas ao cultivo de capim-bufel na região semiárida em nenhum dos cenários avaliados. Entretanto, a depender das modificações nos padrões das precipitações nos anos futuros, esse quadro poderá ser alterado.

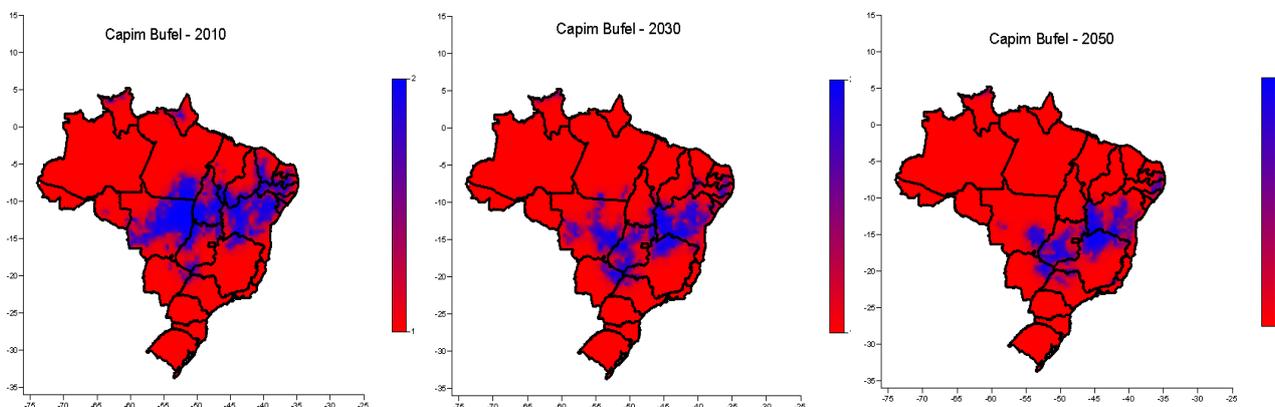


Figura 2. Aptidão térmica do capim-bufel para o cenário A2 do IPCC (2010, 2030 e 2050). A escala de aptidão varia de apto (azul) a restrito (vermelho). Neste estudo, não foram identificadas áreas inaptas, sob aspectos térmicos, ao cultivo de capim-bufel no Brasil. Fonte: Santos *et al.* (2011).

2.5 Cenários agrícolas futuros para *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*

A *Brachiaria brizantha* e o *Panicum maximum* são originários da África Oriental. A temperatura ótima para o desenvolvimento

da maior parte das espécies dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* encontra-se entre 30 e 35 °C (Miles *et al.*, 2004; Jank *et al.*, 2010). A temperatura-base inferior para *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* está entre 15 e

17 °C (Miles *et al.*, 2004; Mendonça e Rassini, 2006; Cruz *et al.*, 2011). Não foram encontradas, na literatura, informações sobre a temperatura-base superior para estas espécies.

As maiores temperaturas médias observadas atualmente no Brasil estão por volta de 27°C. Considerando as projeções feitas por Marengo (2006), no pior cenário a temperatura média nas regiões mais quentes chegaria a aproximadamente 32 °C. Este valor encontra-se na faixa de temperatura considerada ótima para o desenvolvimento de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* e, portanto, não se espera restrição térmica ao cultivo destas forrageiras.

A faixa ótima de precipitação para o cultivo *Brachiaria brizantha* é de 1.500 a 3.500 mm ano⁻¹ (Cook *et al.*, 2005), porém ela é encontrada em regiões com precipitação ao redor de 700 mm ano⁻¹ e 5 meses de seca no Brasil Central. Esta espécie tolera períodos de estiagem de três a seis meses (Cook *et al.*, 2005). O *Panicum maximum* é recomendado para regiões com níveis de precipitação pluvial acima de 780 mm ano⁻¹, porém alguns acessos se estabelecem com sucesso em regiões com precipitação inferior a 700 mm ano⁻¹ (Muir & Jank, 2004). Normalmente, esta espécie não tolera períodos de estiagem superiores a quatro ou cinco meses (Cook *et al.*, 2005).

Para analisar os possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre o cultivo de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*

no Semiárido brasileiro foram definidas três faixas de aptidão: 1 - regiões com precipitação média anual inferior a 600 mm foram consideradas não aptas; 2 - regiões com precipitação média anual entre 600 e 800 mm foram consideradas de aptidão restrita; e 3 - regiões com precipitação média anual superior a 800 mm foram consideradas aptas (Figura 3). Os mapas de precipitação atual foram gerados a partir de séries climáticas com, no mínimo, 20 anos de dados obtidas em 678 estações meteorológicas distribuídas pela região. As médias de precipitação anual foram espacializadas pelo método de vizinho natural.

Nas regiões consideradas de aptidão restrita, a viabilidade do cultivo de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* é fortemente influenciada pela demanda hídrica, pela capacidade de armazenamento de água no solo e pela variabilidade nos níveis de precipitação, não podendo ser definida apenas com base nos critérios analisados.

As áreas inaptas ao cultivo de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum*, no cenário atual de precipitação pluvial, se concentram na região do Vale do São Francisco, do Centro Norte e do Nordeste da Bahia; do São Francisco, do Agreste e do Sertão de Pernambuco; do Sudoeste e do Sudeste do Piauí; do Agreste e da Região Central do Rio Grande do Norte; e do Noroeste do Ceará, enquanto as regiões aptas estão localizadas, principalmente, na Bahia, no Piauí, no Ceará e na Paraíba (Figura 3).

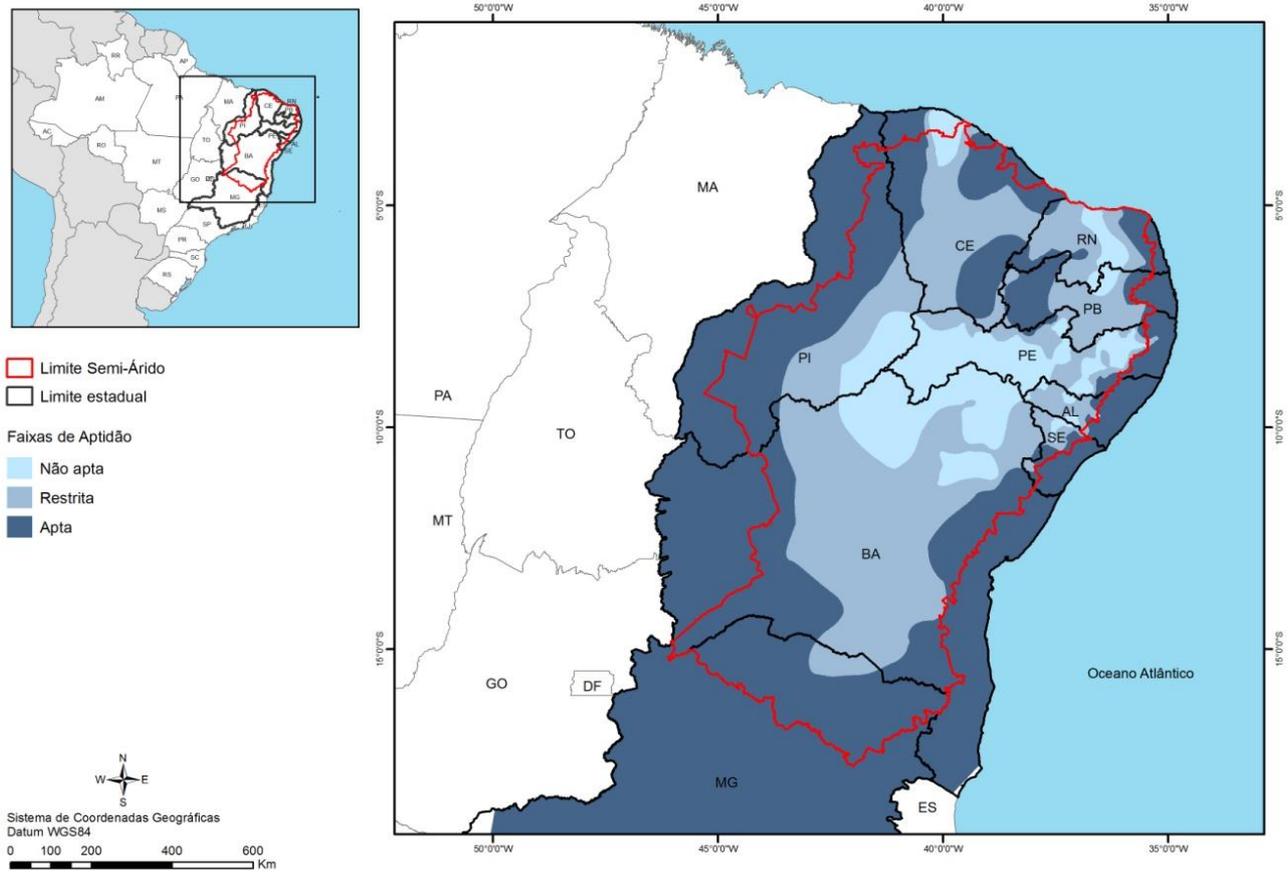


Figura 3. Aptidão atual para cultivo de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* no Semiárido brasileiro, de acordo com o nível de precipitação média anual.

No Centro-Sul, Centro-Norte e Extremo-Oeste da Bahia e no Norte de Minas Gerais a precipitação se concentra nos meses de outubro a maio, não sendo possível definir, com base nos modelos climáticos disponíveis, cenários futuros para o cultivo de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* na região. Além disso, mudanças na frequência de ocorrência de eventos extremos e na demanda hídrica também podem determinar alterações na área apta ao cultivo destas gramíneas.

2.6 Impactos dos Cenários Futuros para Forrageiras Sobre a Produção Animal no Semiárido

No Semiárido brasileiro, os principais

pólos de produção de carne bovina estão localizados no Norte de Minas Gerais e no Centro-Sul e Centro-Norte da Bahia. A principal fonte de volumoso utilizada na região são pastos formados por *Panicum maximum* e *Brachiaria* sp. De modo geral, as pastagens ocupam mais de 40% da área dos estabelecimentos rurais nestas regiões, chegando a representar mais de 70% das áreas na microregião de Itapetinga. Ainda não é possível gerar cenários futuros para a produção de forragem na região, em função da incerteza associada às projeções de chuva geradas pelos modelos climáticos disponíveis. Mudanças no regime de chuvas e na demanda hídrica atmosférica podem acarretar em

redução da produtividade ou na inviabilidade do cultivo de *Panicum maximum* e *Brachiaria* sp., com impactos negativos sobre a economia da região.

As principais bacias de produção de leite na região do Semiárido estão localizadas no Agreste de Pernambuco e no Sertão de Sergipe e de Alagoas. No Agreste Pernambucano, a maioria das propriedades utiliza como principal fonte de volumoso pastagens formadas por capim-elefante, capim-pangola e *Brachiaria* sp. (Pacheco, 2011). Além disso, a alimentação dos animais é complementada com palma forrageira e silagem (Pacheco, 2011). Reduções na precipitação pluvial da região podem inviabilizar o cultivo de pastagens de *Brachiaria* sp. O cultivo de capim-bufel deve continuar viável no Agreste Pernambucano, porém os cenários futuros indicam que sua produtividade será restringida em função dos aumentos da temperatura.

No Agreste Pernambucano, as mudanças climáticas também deverão alterar a produção de leite dos animais. No cenário atual, para Pernambuco, as restrições térmicas ao gado leiteiro se limitam a parte do semiárido e do litoral do Estado, enquanto as melhores condições estão situadas nas mesorregiões de Garanhuns e dos Vales do Ipojuca e do Ipanema, onde é favorecida a exploração, sobretudo, de animais mais produtivos (em torno 30 kg de leite animal⁻¹ dia⁻¹). Nas demais áreas do Estado há condições adequadas para o gado leiteiro,

entretanto com menores níveis produtivos (em torno de 10 kg de leite animal⁻¹ dia⁻¹) (Silva *et al.*, 2009).

Para analisar os efeitos dos cenários de mudanças sobre a pecuária leiteira, as anomalias de temperatura e da umidade relativa do ar previstas pelo modelo Precip foram incorporadas ao cenário atual (Silva *et al.*, 2009; 2010). Segundo estes autores, para o cenário pessimista (A2), as principais mesorregiões leiteiras do Estado de Pernambuco apresentarão uma intensificação do estresse térmico, o que levará a diminuições na produção de leite e no consumo alimentar dos animais (Figura 4), especialmente em vacas com maiores níveis de produção (30 kg de leite animal⁻¹ dia⁻¹). Nas áreas em que o estresse térmico já é pronunciado, como no Sertão e Litoral do Estado, os impactos serão maiores.

No Sertão de Sergipe e de Alagoas são utilizados como fontes de volumoso o capim-bufel, o capim-pangola, o sorgo, a palma forrageira, a leucena e pastos nativos. A aptidão destas regiões para o cultivo de palma forrageira não deve ser alterada pelas mudanças climáticas globais. O uso desordenado das áreas de pastagem nativa, no entanto, pode acelerar o processo de degradação da Caatinga, com impactos negativos sobre a economia da região.

A produção de carne e leite de caprinos e ovinos concentra-se, principalmente, na região do Vale do São Francisco da Bahia; no São Francisco e no Sertão de Pernambuco; na

Borborema da Paraíba; no Oeste e Centro do Rio Grande do Norte; e no Jaguaribe e no Sertão do Ceará. Os sistemas de produção nestas regiões são caracterizados, principalmente, pelo uso de pastagens nativas. Também nestas regiões, as mudanças

climáticas globais, aliadas ao uso desordenado das pastagens nativas, podem determinar degradação da Caatinga com impactos negativos sobre a sustentabilidade dos sistemas de produção animal da região.

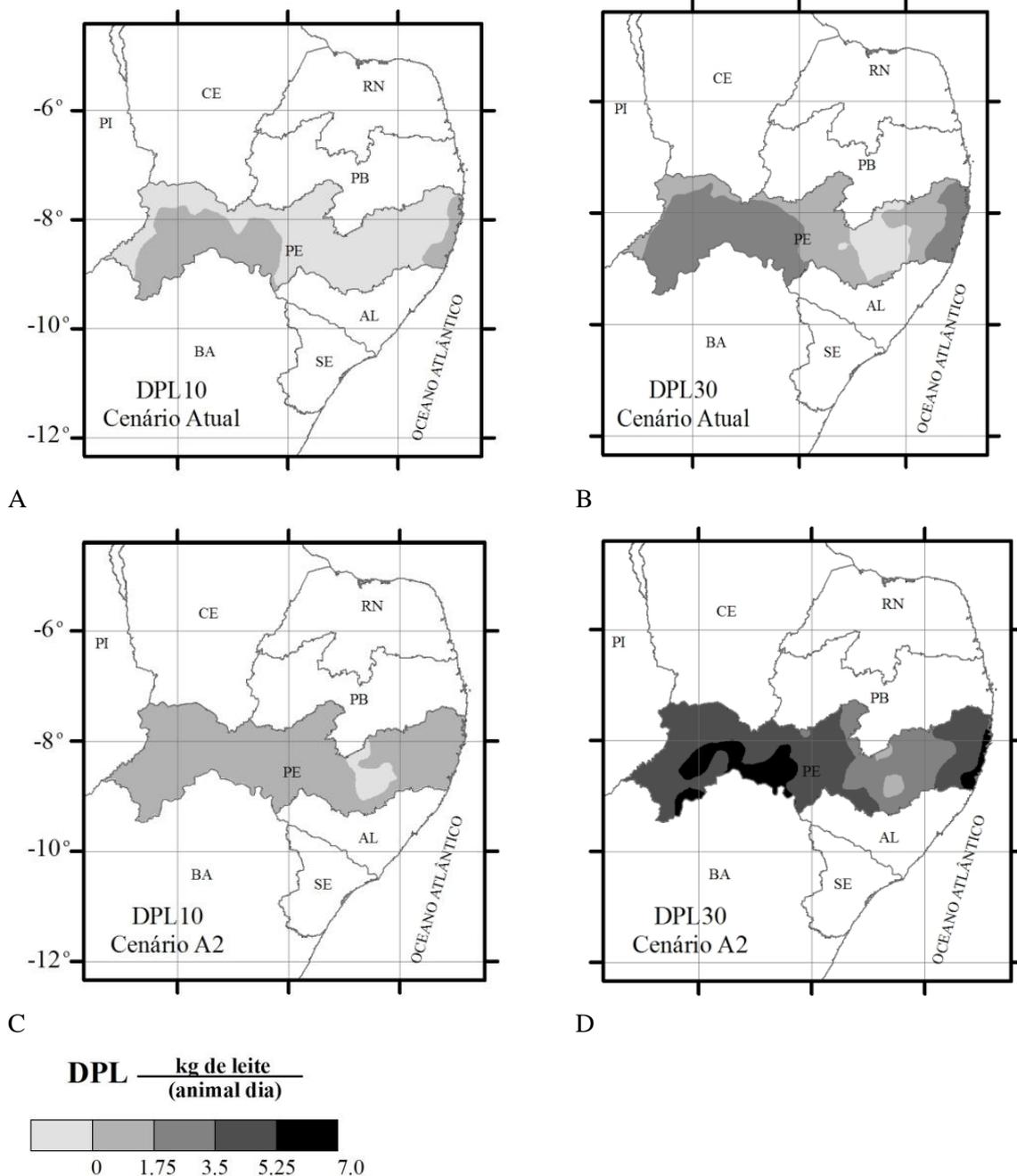


Figura 4. Declínio da produção de leite (DPL) para vacas leiteiras com níveis de produção de 10 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (a, c) e 30 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (b, d) durante os meses mais quentes do cenário atual (a, b) e A2 (c, d) do Estado de Pernambuco. Adaptado de Silva *et al.* (2009).

De acordo com os cenários futuros gerados, apesar dos riscos de redução na produção animal e da necessidade de adaptação dos sistemas de produção em algumas regiões, a pecuária poderá ser praticada em toda extensão do semiárido. O desenvolvimento de modelos mais robustos, tanto para a geração de cenários climáticos futuros quanto para o zoneamento climático das principais espécies forrageiras utilizadas na região são essenciais para o estudo mais profundo dos possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a pecuária do semiárido.

2.7 Alternativas para mitigação dos impactos negativos das mudanças climáticas globais sobre a produção animal no Semiárido

2.7.1 Pastagens Nativas

O bioma Caatinga pode ser subdividido em: I. Caatinga e campos de altitude; II. Caatinga, floresta e Cerrado; III. Caatinga mesclada com Cerrado; IV. Caatinga subperenifólia, sub e caducifólia; V. Caatinga hipoxerófila; VI. Caatinga hiperxerófila. Essa estratificação é decorrente de aspectos como topografia, tipo de solo, precipitação (variando de 300 a 800 mm por ano) e temperatura (medias anuais entre 24 a 29 °C).

Mais de 50% da área de Caatinga é ocupada pelos tipos hiperxerófilo e hipoxerófilo (Giulietti *et al.*, 2006; Sá *et al.*, 2003). O primeiro ocorre em zonas mais seca, com precipitações abaixo dos 500 mm e períodos de déficit hídrico entre sete a dez

meses. Apresenta vegetação de porte baixo, com maior presença de plantas do estrato arbustivo e herbáceo. Já o segundo caracteriza-se pela presença de três estratos de vegetação: herbáceo, arbustivo e arbóreo, em função de sua ocorrência em zonas mais úmida. É possível encontrar plantas de potencial forrageiro nos três estratos e em todas as unidades de paisagem.

O uso de práticas de manejo inadequadas, como desmatamento e superpastejo, tem sido responsável pelo aumento da quantidade de áreas de Caatinga degradadas, com efeitos negativos sobre a produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção animal. Modelos de produção sustentáveis, que integram as atividades de agricultura e pecuária, além da conservação de unidades florestais para manutenção da biodiversidade, têm sido desenvolvidos e adotados na região.

Uma das primeiras tecnologias desenvolvidas visando o uso sustentável baseia-se na manipulação da vegetação para fins pastoris, considerando que este é o principal uso dado a terra neste ambiente. Esta manipulação permite a oferta de forragem aos animais em períodos onde a mesma seria escassa, e ainda, possibilita a oferta de forragem com teores mais altos de proteína, minimizando a fermentação ruminal de fibra, reduzindo assim a emissão de gases de efeito estufa.

A manipulação é realizada com base em conhecimentos prévios sobre a fenologia e o valor nutritivo das plantas nativas da

Caatinga, bem como, em estudos mais profundos sobre a mobilização de carboidratos de reserva utilizados no metabolismo das plantas e o impacto da quantidade e qualidade da luz sobre a germinação do banco de sementes nativas.

O raleamento da Caatinga é uma prática de manipulação que consiste na redução na densidade de árvores de baixo valor forrageiro e madeireiro, geralmente conhecidas como espécies invasoras. A densidade de árvores que deve ser mantida varia em função do uso dado a área. Para fins exclusivamente pastoris a densidade fica em torno de 200 árvores por hectare, o que representa uma cobertura em torno de 30%. Quando o uso é para fins agrícolas e pastoris esta densidade fica em torno de 50-70 árvores por hectare, equivalendo a uma cobertura de 10-15% (Araújo Filho, 2006). Nessa última modalidade, durante a época das águas a área é utilizada para fins agrícolas, sendo que em aléias são plantadas leguminosas de potencial forrageiro, para serem incorporados como adubo verde e durante a época seca, tanto os restolhos culturais quanto as leguminosas como banco de proteínas são utilizadas pelos animais em ramoneio como fonte de alimentação.

O enriquecimento de áreas de Caatinga raleadas com uso de espécies perenes tem permitido o seu pastejo por períodos de até 60 dias após o término das chuvas, aumentando a capacidade de suporte de pastos nativos e melhorando a sustentabilidade do uso pastoril

da Caatinga. Gramíneas exóticas como capim-buffel, capim-urochloa, capim-massai tem sido utilizadas para esta finalidade.

Os modelos integrados de produção também vêm sendo trabalhados na zona semiárida brasileira. Este tipo de modelo integra em uma mesma propriedade as atividades de agricultura, pecuária e preservação de áreas florestais de Caatinga. Já existem indícios de que sejam mais eficientes na conservação de recursos naturais como água e solo e ainda tem grande potencial para o seqüestro de carbono. As perdas de água e de sedimentos são menores em sistemas agroflorestais do que nos cultivos tradicionais e até mesmo na mata nativa (Campanha *et al.*, 2008)

A caatinga também compõe modelos produtivos para o Semiárido brasileiro como o CBL (“caatinga, bufel e leucena”), que hoje combina o uso de caatinga, capim-bufel e um leque de alternativas de plantas forrageiras, e o Sistema Glória de Produção de Leite.

Outro potencial que pode ser explorado para fins de mitigação é a variabilidade genética de plantas nativas da Caatinga. Já aclimatadas em ambiente semiárido estas plantas podem ser trabalhadas geneticamente de modo a serem produtivas e resistentes às condições adversas de clima previstas nos cenários futuros. A domesticação de espécies nativas pode ser uma alternativa para garantir a cobertura vegetal em áreas em processo de degradação e assim assegurar a manutenção das condições mínimas para impedir o avanço

do aumento das áreas em desertificação.

A Caatinga possui mais de 1.500 espécies vegetais catalogadas (Giulietti *et al.* 2006). A presença de espécies endêmicas indica ser um bioma rico em biodiversidade, sendo a flora representada por mais de 20 gêneros e mais de 300 espécies da família *Leguminosae*, das quais 80 são exclusivas deste bioma (Giulietti *et al.*, 2004). A manutenção dessa biodiversidade é fundamental para garantir a diversidade genética necessária para que o processo de seleção natural e melhoramento vegetal possam continuar ocorrendo de modo a garantir a existência de plantas adaptadas às condições climáticas projetadas pelos estudos de cenários futuros. Apesar do potencial forrageiro das espécies nativas, muito pouco tem sido estudado sobre sua utilização, sendo que a importação de espécies exóticas é priorizada em relação ao melhoramento das nativas (Giulietti *et al.*, 2006). Essa é uma área que merece atenção tanto por parte da comunidade científica como também dos setores governamental e empresarial, a fim de potencializar o uso conservacionista deste recurso.

Estudos sobre alternativas de manejo da vegetação e melhoramento genético das espécies mais promissoras poderão contribuir para reduzir a vulnerabilidade da pecuária nas áreas mais áridas. O aumento da capacidade de suporte da caatinga também poderá reduzir a pressão sobre a vegetação natural, contribuindo para redução da expectativa de

aquecimento na região.

2.7.2 Irrigação

A irrigação de pastagens é uma das alternativas para redução da vulnerabilidade da pecuária no semiárido às mudanças climáticas globais. A irrigação reduz o risco climático da atividade e proporciona aumentos de produtividade. Experimentos realizados na Embrapa Caprinos e Ovinos, em Sobral, CE, mostram que é possível manter até 60 ovinos ha^{-1} (Silva *et al.*, 2007) ou 75 a 100 cabras leiteiras ha^{-1} em pastagens de capim-tifton-85 e capim-tanzânia irrigados, respectivamente. Produtividades de até 19.442 kg $\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ leite de cabra foram obtidas nestes experimentos (Cavalcante, 2010). Além disso, a irrigação de pastagens pode contribuir para reduzir a pressão sobre as áreas de reserva natural e para promover a diversificação das atividades produtivas e, conseqüentemente, das fontes de renda.

A expansão da área de irrigação de pastagens no semiárido pode ser estimulada por meio de políticas públicas. O estabelecimento destas políticas deve ser baseado em aspectos econômicos, sociais e ambientais da região como: a viabilidade econômica do empreendimento, a importância da pecuária para garantir a subsistências das famílias, a vocação da local para a atividade, a disponibilidade de água, o risco de salinização do solo, etc.

A inserção da irrigação em um sistema de produção animal deve ser feita a partir do

planejamento da propriedade como um todo. Para isso, é importante levantar as diversas alternativas para produção de forragem na propriedade e sua produtividade ao longo do ano. No caso da adoção de irrigação, um dos pontos a ser considerado é respostas das plantas forrageiras às características climáticas regionais, uma vez que seu crescimento também depende de fatores como temperatura, fotoperíodo. Contudo, mesmo em locais onde a irrigação não aumenta a produção de forragem na seca, ela pode ser útil para melhorar a produção na época das águas ou em reduzir os períodos de veranicos durante a estação chuvosa.

Para o sucesso da adoção da irrigação de pastagens no semiárido é necessário definir estratégias de manejo da irrigação que proporcionem maior eficiência de uso da água. Na região de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, com o uso de lâmina de irrigação de 9 mm dia⁻¹ aplicada via pivô central, Mistura *et al.* (2008) obtiveram valores de acúmulo de forragem variando de 24 a 105 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de matéria seca e 2,65 a 11,65 kg de matéria seca por mm de água aplicada. Já Souza *et al.* (2010) obtiveram valores de 20 kg de matéria seca por mm de água aplicada em pastos de capim-tifton-85, recebendo lâminas de irrigação de 5 mm dia⁻¹. Cavalcante (2010) em pasto de capim-tanzânia obteve eficiência máxima de 25 kg de MS por mm de lâmina de água aplicada.

A avaliação da demanda hídrica e da resposta das plantas forrageiras à

disponibilidade de água pode auxiliar na determinação do manejo mais adequado para a irrigação em diferentes locais. Alencar *et al.* (2009) observou, na estação outono/inverno, aumento linear positivo da produção de forragem do capim-mombaça, do capim-pioneiro e do capim-marandu em função da lâmina d'água aplicada; para o capim-xaraés, o capim-tanzânia e o capim-estrela-africana o autor observou uma resposta quadrática e a produção máxima foi obtida com aplicação de cerca de 80% (450 mm) da lâmina de referência.

A eficiência de uso da água também depende do manejo do pasto e da adubação. Cavalcante (2010) observou maior eficiência de uso da água nos sistemas adubados com nitrogênio (cerca de 4 kg leite de cabra por mm de água aplicada) que naqueles não adubados com nitrogênio (cerca de 2,0 kg de leite de cabra por mm de água aplicada no sistema extensivo).

2.7.3 Melhoramento Genético de Espécies Exóticas

Informações sobre as regiões de origem dos materiais existentes nos bancos de germoplasma de *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* indicam que há variabilidade genética nestas espécies para variáveis relacionadas à resistência à seca. No banco de *Brachiaria brizantha*, por exemplo, Keller-Grein *et al.* (1996) verificaram que existem acessos coletados em áreas com precipitação média anual variando de 590 a

2.770 e com períodos de seca variando de 0 a 7 meses. Os principais programas de melhoramento genético de *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*, no entanto, não incluem como critério sistemático de seleção a tolerância à seca e a eficiência de uso da água.

As espécies *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* se reproduzem, principalmente, por apomixia. Esta forma de reprodução impõe uma série de dificuldades à realização de cruzamento e à obtenção de híbridos, o que fez com que os maiores avanços obtidos por melhoramento genético nestas espécies tenha se baseado na seleção de ecótipos. A maior parte dos cultivares de *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* disponíveis atualmente no mercado foram obtidos a partir da seleção de acessos coletados na natureza (Hanselka *et al.*, 2004; Miles *et al.*, 2004; Muir e Jank, 2004).

As pesquisas sobre os mecanismos genéticos da apomixia avançaram muito nos últimos anos e, hoje, híbridos de *Cenchrus ciliaris*, *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha* estão sendo avaliados em programas de melhoramento (Hanselka *et al.*, 2004; Miles *et al.*, 2004; Muir e Jank, 2004). O melhoramento com foco em tolerância ao estresse hídrico e térmico permitiria o desenvolvimento de novos cultivares melhor adaptados às condições de cenários climáticos futuros previstas para a região. Além disso, o uso de técnicas de genética molecular pode

ajudar na identificação de marcadores moleculares relacionados às características de resistência ao estresse hídrico e eficiência de uso da água, acelerando a obtenção de cultivares melhor adaptados ao clima semiárido.

2.7.4 Outros

Outra alternativa para mitigar os impactos das mudanças no clima sobre a produção de forragem e, conseqüentemente, sobre a pecuária é o uso de resíduos agrícola ou agroindustriais (co-produtos). Há diversos deles produzidos na região, já utilizados na alimentação dos animais e/ou com potencial para serem utilizados, especialmente para os ruminantes.

Para a agroindústria, esses resíduos acumulados nos pátios acarretam em custos desnecessários para as mesmas em virtude do destino apropriado que requerem. Dentre os co-produtos regionais podem ser destacados aqueles gerados pelas indústrias: de fibras naturais como a algodoeira e sialeira; processadoras de frutas (caju, uva, acerola, manga, goiaba, abacaxi, maracujá, mamão, dentre outras); produtoras de condimentos como o urucum; de biocombustíveis como as destilarias de álcool ou as produtoras de óleos a partir da mamona, pinhão-manso, girassol, algodão, palmeiras (dendê, coco, licuri); além das processadoras de grãos como o milho.

São milhares de toneladas geradas pelas agroindústrias em todo o Semiárido, os quais poderão ser utilizados na alimentação dos

ruminantes, adotando critérios técnicos para sua inclusão para cada situação de uso. Ressalta-se que os cultivos das plantas processadas e que geram os co-produtos poderão também ser afetados pelas mudanças climáticas futuras e a oferta dos mesmos poderá ser influenciada por esses efeitos futuros.

Contudo, nas últimas décadas a agroindústria do Nordeste tem evoluído não apenas em número de unidades processadoras ou na capacidade de processamento, mas também na diversificação de produtos gerados o que possibilita novos co-produtos disponíveis para a alimentação animal.

3. Conclusão

Diversos grupos de pesquisa, tanto nacionais quanto internacionais, têm buscado desenvolver modelos melhores para projeção regionalizada de chuva e de temperatura. O desenvolvimento desses modelos permitirá uma investigação mais precisa dos possíveis impactos das mudanças climáticas globais sobre a pecuária no semiárido brasileiro.

A partir dos modelos já disponíveis, foram identificadas algumas regiões de maior vulnerabilidade, o que possibilitou a indicação de alternativas de adaptação dos sistemas de produção para mitigação de possíveis impactos negativos das mudanças climáticas globais sobre a produção animal do Semiárido brasileiro. O desenvolvimento de técnicas para o uso sustentável da Caatinga como pasto nativo contribuirá para reduzir a

degradação deste bioma e os riscos de desertificação da região. O melhoramento genético, tanto de plantas exóticas quanto de espécies nativas, permitirá o desenvolvimento de novos cultivares de plantas forrageiras melhor adaptados para as condições de cenários climáticos futuros. O uso de irrigação de pastagens e o aproveitamento de co-produtos na alimentação dos animais contribuirão para o aumento de produtividade e para a redução da pressão sobre a vegetação nativa.

A adaptação dos sistemas de produção existentes na região Semiárida depende ainda de informações mais detalhadas sobre: a necessidade de adequação do manejo de pastagens cultivadas aos cenários climáticos futuros; os efeitos das mudanças climáticas sobre as pastagens nativas; os efeitos das interações entre as mudanças climáticas e outros fatores de estresse como, por exemplo, a salinidade do solo, sobre o desenvolvimento das plantas forrageiras. Estes e outros estudos necessários para garantir a sustentabilidade da atividade pecuária na região devem priorizados por instituições de pesquisa e universidades que atuam no Semiárido brasileiro.

4. Referências

Alencar, C. A. B. de. Cóser, A. C.; Oliveira, R. A.; Martins, C. E.; Cunha, F. F. da. Figueiredo, J. L. A. (2009). Produção de seis gramíneas manejadas por corte sob efeito de diferentes lâminas de irrigação e estações

anuais. *Ciência e Agrotecnologia*. v. 33, n. 5, p. 1307 – 1313.

Andrade-Lima, D. (1981). The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica*. v. 4, p. 149 – 153.

Araújo Filho, J. A. (2006). O Bioma Caatinga. In: Falcão Sobrinho, J. F.; Falcão, C. L. C. (Ed.). *Diversidades, fragilidades e potencialidades*. Sobral: Sobral Gráfica, p. 49 – 70.

Campanha, M. M.; Aguiar, M. I.; Maia, S. M. F.; Oliveira, T. S.; Mendonca, E. S.; Araujo Filho, J. A. (2008). *Perdas de solo, água e nutrientes pela erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo agrofloretais no Semi-árido cearense*. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 14p. (Embrapa Caprinos e Ovinos. Circular Técnica, 37).

Cavalcante, A. C. R. (2010). *Produção de leite de cabra em pastagens de capim-tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado*. Tese Doutorado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. p. 166.

Cook, B. G.; Pengelly, B. C.; Brown, S. D.; Donnelly, J. L.; Eagles, D. A.; Franco, M. A.; Hanson, J.; Mullen, B. F.; Partridge, I. J.; Peters, M.; Schultze-Kraft, R. (2005). *Tropical forages: an interactive selection tool*. Brisbane: CSIRO. CD-ROM.

Corrêa, L. de A.; Santos, P. M. (2003). *Manejo e utilização de plantas forrageiras dos gêneros Panicum Brachiaria e Cynodon*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 36p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documento, 34).

Cruz, P. G.; Santos, P. M.; Pezzopane, J. R. M.; Oliveira, P. P. A.; Araujo, L. C. (2011). Modelos empíricos para estimar o acúmulo de matéria seca de capim-marandu com variáveis agrometeorológicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 46, n.7, p. 675 – 681.

Dantas Neto, J. D.; Silva, F. A. S.; Furtado, D. A.; Matos, J. A. (2000). Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 35, n. 9, p.1867-1874.

Drumond, M.A.; Kiill, L. H. P.; Lima, P. C. F.; Oliveira, M. C. de; Oliveira, V. R. de; Albuquerque, S. G. de.; Nascimento, C. E. de S.; Cavalcanti, J. (2000). *Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga*. Petrolina: Embrapa Semi-Arido, 21p.

Felker, P. (1995). Forage and fodder production and utilization. In: Barbera, G.; Inglese, P.; Pimienta-Barrios, E. (Ed.). *Agroecology, cultivation and uses of cactus pear*. Roma, FAO, p. 144 – 154. (FAO. Plant Production and Protection. Paper, 132).

Giulietti, A. M.; Bocage Neta, A. N. du; Castro, A. A. J. F.; Gamarra-Rojas, C. F. L.;

- Sampaio, E. V. S. B.; Virgínio, J. F.; Queiroz, L. P. de; Figueiredo, M. A.; Rodal, M. de J. N.; Barbosa, M. R. de V.; Harley, R. M. (2004). Diagnóstico da vegetação nativa do Bioma Caatinga. In: Silva, J. M. C. da; Tabarelli, M.; Fonseca, M. T. da; Lins, L. V. *Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, p. 48 – 78.
- Giulietti, A. M.; Conceição, A.; Queiroz, L. P. de. (2006). *Diversidade e caracterização das fenerógamas do Semi-Árido brasileiro*. Recife, Associação Plantas do Nordeste, 488p.
- Hanselka, C. W.; Hussey, M. A.; Ibarra Filho, F. (2004). Buffelgrass. In: Moser, L. E.; Burson, B. L.; Sollenberger, L. E. (Ed.). *Warm-season (C4) grasses*. Madison: ASA: SSSA, p. 477 – 502.
- Holanda Júnior, E. V.; Oliveira, C. A. A. V.; Silva, P. C. G.; Guedes, C. T. S.; Araújo, G. G. L.; Silva, C. N.; Cezimbra, C. M. (2004). Tipologia e estrutura da renda de caprino-ovinocultores de base familiar do sertão baiano do São Francisco. In: *Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção*, 6, Anais... Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeriso. CD-ROM.
- IBGE. (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Produção pecuária municipal*. Rio de Janeiro.
- Jank. L.; Martuscello, J. A.; Euclides, V. P. B.; Valle, C. B.; Resende, R. M. S. (2010). *Panicum maximum*. In: Fonseca, D. M.; Martuscello, J. A. (Ed.). *Plantas forrageiras*. Viçosa, MG: UFV, p. 166-196.
- Keller-Grein, G.; Maass, B. L.; Hadson, J. (1996). Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasm collections . In: Miles, J. W.; Maas, B. L.; Valle, C. B. (Ed.). *Brachiaria: biology, agronomy, and improvement*. Cali: CIAT: Brasília: Embrapa-CNPGC, p. 106 – 123.
- Marengo, J. A. (2006). *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definições das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. Brasília, DF: Ministério do Meio ambiente, 202p. (Biodiversidade, 26).
- Marengo, J. A.; Alves, L. M.; Beserra, E. A.; Lacerda, F. F. (2011). Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido. In: Medeiros, S. S.; Gheyi, H. R.; Galvão, C. O.; Paz, V. P. S. (Ed.). *Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas*. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, p. 383-422.
- Mendonça, F. C. (2006). *Temperatura-base inferior e estacionalidade de produção de gramíneas forrageiras tropicais*. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 14p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 45).

- Miles, J. W.; Valle, C. B.do; Rao, I. M.; Euclides, V. P. B. (2004). Brachiariagrasses. In: Moser, L. E.; Burson, B. L.; Sollenberger, L. E. (Ed.). *Warm-season (C4) grasses*. Madison: ASA: SSSA, p. 745 – 783.
- Mistura, C.; Souza, T. C. de; Turco, S. H. N.; Nogueira, D. M.; Lopes, R. S.; Oliveira, P. L. T. de; Soares, H. S. (2008). Produção de matéria seca do capim Aruana irrigado e adubado com diferentes doses de nitrogênio. In: *Congresso Nordestino de Produção Animal, 5.; Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, 11.; Simpósio Sergipano de Produção Animal, 1. Anais...* Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. CD-ROM.
- Muir, J. P.; Jank, L. (2004). Guineagrass. In: Moser, L. E.; Burson, B. L.; Sollenberger, L. E. (Ed.). *Warm-season (C4) grasses*. Madison: ASA: SSSA, p. 589 – 622.
- Neves, A. L. A.; Pereira, L. G. R.; Santos, R. D. dos; Voltolini, T. V.; Araujo, G. G. L. de; Moraes, S. A. de; Aragão, A. S. L. de; Costa, C. T. F. (2010). *Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 7p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 62.).
- Pachauri, R. K.; Reisinger, A. (2007). *Climate Change 2007: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC, 104p.
- Pacheco, M. S. (2011). *Leite cru do agreste pernambucano: caracterização da qualidade e do sistema de produção*. Dissertação Mestrado - Universidade Rural de Pernambuco. p. 87.
- Pimienta-Barrios, E.; Muñoz-Urias, A. (1995). Domestication of opuntias and cultivated varieties. In: Barbera, G.; Inglese, P.; Pimienta-Barrios, E. (Ed.). *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. Roma: FAO, p. 144 – 154. (FAO. Plant Production and Protection. Paper, 132).
- Sá, I. B.; Riché, G. R.; Fotius. G. A. (2003). As paisagens e o processo de degradação do Semi-árido nordestino. In: Silva, J. M. C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M. T. (Ed.). *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, p. 18 – 36.
- Santos, R. M.; Voltolini, T. V.; Angelotti, F.; Dantas, B. F.; Moura, M. S. B. de; Fernandes, H. A. (2010b). Germinação de sementes de capim-búfel em função de variações na temperatura média do ar. In: *Congresso Nordestino de Produção Animal, 6, Anais...* Mossoró: Sociedade Nordestina de Produção Animal: UFERSA. CD-ROM.
- Santos, R. M.; Voltolini, T. V.; Angelotti, F.; Moura, M. S. B. de; Santos, I. G. dos.

(2010a). Aptidão climática do capim-búffel. In: *Congresso Nordestino de Produção Animal*, 6. Anais... Mossoró: Sociedade Nordestina de Produção Animal: UFERSA. CD-ROM.

Santos, R. M.; Voltolini, T. V.; Moura, M. S. B.de.; Angelotti, F.; Evangelista, S. R. M.; Otavian, A. F. (2011). Impacto das mudanças climáticas na aptidão térmica do capim-bufel no Brasil. In: *Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 48. Anais... Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM.

Silva, R. G.; Neiva, J. N. M.; Cândido, M. J. D.; Lôbo, R. N. B. (2007). Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. *Ciência Animal Brasileira*. v. 8, n. 4, p. 609-620.

Silva, T. G. F. da; Moura, M. S. B. de; Sá, I. I. S.; Zolnier, S.; Souza, L. S. B. (2010). Cenários de mudanças climáticas B1 e A1F1 e seus impactos na produção leiteira em estados nordestinos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 14, n. 8, p. 863-870.

Silva, T. G. F. da; Moura, M. S. B. de; Sá, I. I.

S.; Zolnier, S.; Turco, S. H. N.; Justino, F. B.; Carmo, J. F. A. do; Souza, L. S. B. (2009). Impactos das mudanças climáticas na produção leiteira do estado de Pernambuco: análise para os cenários B2 e A2 do IPCC. *Revista Brasileira de Meteorologia*. v. 24, n. 4, p. 489-501.

Souza, L. S. B. de; Moura, M. S. B. de; Silva, T. G. F. da; Soares, J. M. ; Carmo, J. F. A. do; Brandão, E. O. (2008). Indicadores climáticos para o zoneamento agrícola da palma forrageira (*Opuntia* sp.). In: *Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido*, 3. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Árido, p. 23-28. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 210) .

Souza, R. A.; Voltolini, T. V.; Pereira, L. G. R.; Moraes, S. A. M.; Manera, D. B.; Araújo, G. G. L. (2010). Desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de Tifton 85 recebendo doses crescentes de suplemento concentrado. *Acta Scientiarum*. v. 32, n. 3, p. 323-329.

Voltolini, T. V.; Moraes, S. A.; Araújo, G. G. L.; Pereira, L.G. R. (2011). Concentrate levels for lambs grazing on bufel grass. *Revista Ciência Agronômica*. v. 42, n.1, p. 216-222.