

# Capítulo 4

---

## SISTEMAS INTEGRADOS NO BIOMA CAATINGA

*Nilzema Lima da Silva*

*Rafael Gonçalves Tonucci*

*Paulo Sérgio Lima e Silva*

*Fernando Lisboa Guedes*

*Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu*

### Introdução

---

A agricultura no Nordeste vem sendo caracterizada, desde a sua origem, por um modelo em que a exploração do solo está acima de sua sustentabilidade (Araújo Filho, 2013). Também se observa que os sistemas de produção agrícolas comumente adotados pela agricultura tradicional na região da Caatinga caracterizaram-se, desde seus primórdios coloniais, por um extrativismo predatório dos recursos naturais de solo e de vegetação (Araújo Filho, 2013).

Ao longo da sua história, várias soluções foram propostas para resolver esses problemas, incluindo os sistemas agropecuários integrados (Andrade, 1963; Aida; Kluthcouski, 2003; Carvalho; Egler, 2003; Leal et al., 2003; Brasil, 2005; Araújo Filho, 2013). Os sistemas agropecuários integrados são aqueles que envolvem interações temporais e espaciais, em diferentes graus, com as explorações de culturas e animais na mesma área, simultaneamente ou sequencialmente em rotação ou em sucessão (Moraes et al., 2014a, 2014b).

Esses sistemas devem, cada vez mais, assumir um papel de destaque na produção de alimentos (vegetal e animal) e de recursos madeireiros, sendo um motor para a segurança alimentar e energética das futuras gerações.

O objetivo deste capítulo é descrever os sistemas integrados para o Semiárido brasileiro (bioma Caatinga) observados no Nordeste brasileiro.

## Sistemas integrados no bioma Caatinga

A Caatinga é amplamente variável em composição, bem como em fisionomia, em resposta à heterogeneidade de clima, topografia, tipos de solo e influência antrópica. Essa heterogeneidade motivou muitos pesquisadores a dividir a Caatinga em subáreas.

Luetzelburg (1923) a dividiu em duas classes (arbustiva, subdividida em nove subclasses, e arbórea, subdividida em três subclasses). Rizzini (1963) dividiu a vegetação do Nordeste em quatro setores: agreste (floresta xerófila decídua), sertão (arbustiva espinhosa e suculenta), seridó (arbustos e suculentas) e ilha de Fernando de Noronha (vegetação do tipo agreste). Veloso (1964) dividiu a vegetação do Nordeste em duas classes: formação caatinga, dividida em três subclasses, e formação florestal. Schnell (1966) classificou a vegetação da Caatinga em quatro tipos: 1) florestal seca, densa, com algumas espécies de árvores de tronco suculento; 2) arbustiva densa com cactáceas de grande porte; 3) arbustiva aberta com característica de estepe; e 4) caatinga difusa com arbustos espaçados nas áreas mais secas. Andrade-Lima (1981) dividiu a vegetação da Caatinga em 12 tipos principais e agrupou-os em seis unidades fisionômicas, cuja descrição é feita por Prado (2003): Unidade I, tipo de vegetação 1 (floresta de Caatinga alta); Unidade II, tipos de vegetação 2, 3, 4 e 6 (floresta de Caatinga média); Unidade III, tipo de vegetação 5 (floresta de Caatinga baixa); Unidade IV, tipos de vegetação 7, 8, 9 e 10 (Caatinga arbustiva densa ou aberta); Unidade V, tipo de vegetação 11 (Caatinga arbustiva baixa); Unidade VI, tipo de vegetação 12 (floresta ciliar). Prado (2003) acrescentou uma nova unidade (VII) – denominada “floresta de Caatinga média” – e um tipo de vegetação (13) – com predominância dos gêneros *Auxemma*, *Mimosa*, *Luetzelburgia* e *Thiloo* – à classificação de Andrade-Lima (1981).

Considerando o zoneamento agroclimático do Nordeste (ZANA) e os conhecimentos fitogeográficos e geológicos, foram propostas oito ecorregiões: complexo de Campo Maior, complexo Ibiapaba-Araripe, depressão sertaneja setentrional, planalto da Borborema, depressão sertaneja meridional, dunas do São Francisco, complexo da Chapada Diamantina e raso da Catarina (VELLOSO et al., 2002).

Estudos sobre a caracterização dos sistemas agrícolas utilizados pelos agricultores do Semiárido foram realizados por vários autores (Lima, 1988; Oliveira et al., 1997; Carvalho et al., 2001; Almeida et al., 2006; Costa et al., 2008; Vidal et al., 2011; Salin et al., 2012; Riet-Correa et al., 2013; Silva et al., 2015; Aquino et al., 2016). Entre outros resultados, mostraram que:

- a) A maioria das propriedades, na região Nordeste, tem área inferior a 10 ha, quer se considerem as propriedades de um modo geral, quer se considerem apenas os estabelecimentos em que o proprietário (e não um arrendatário, parceiro ou ocupante) é o produtor rural. Quando se consideram as propriedades de uma maneira geral, aquelas cujas áreas são inferiores a 10 ha representaram 70,5%, 68,0% e 65,9% nos anos 1985, 1995 e 2006, respectivamente. Quando se consideram apenas as propriedades em que o proprietário é o produtor rural, os valores respectivos são 52,7%, 54,4% e 59,3% (Hoffmann; Ney, 2010).
- b) A agricultura do Semiárido brasileiro é, em grande parte, de natureza familiar.
- c) Os agricultores, em geral, são descapitalizados, de baixo nível educacional e frequentemente sofrem da falta de crédito e de assistência técnica (Castro, 2012).
- d) A disponibilidade de recursos hídricos, em algumas áreas do Semiárido (Salomão et al., 2011), faz com que a agricultura dessa região tenha natureza dual (Alves; Souza, 2015). Embora a maior proporção da agricultura do Semiárido seja praticada em condições de sequeiro, existe também a presença de agricultura irrigada.
- e) A variação entre os sistemas agrícolas praticados no Semiárido brasileiro, mesmo entre propriedades em um mesmo município, é ampla. Essa variação deve-se a fatores edafoclimáticos, mas também a aspectos econômicos, sociais e culturais.
- f) As culturas frequentemente são cultivadas em consorciação, na qual estão envolvidas duas ou mais espécies.

Os sistemas integrados, nos quais as culturas, a produção animal e a floresta estão integradas em um mesmo sistema de produção, têm sido amplamente incentivados nos trópicos, em especial no Brasil. Quando bem-planejados, esses sistemas apresentam uma sinergia bastante favorável: a atividade pecuária fornece adubo para as culturas agrícolas (fertilizam o solo), os resíduos da colheita são recursos importantes para a segurança alimentar dos rebanhos e a floresta fornece forragem para os animais na estação seca (quando as folhas caem) e faz aumentar a quantidade de matéria orgânica do solo (MOS). Os sistemas mistos de lavoura-pecuária-floresta podem ser caracterizados como sistemas que, em certa medida, integram as atividades de produção agrícola, pecuária e florestal, de modo a obterem benefícios das interações resultantes (Sumberg, 2003).

Frequentemente, em levantamentos das características dos sistemas produtivos de municípios do Semiárido, são apresentados alguns tipos de sistemas agropecuários integrados praticados pelos agricultores, embora essa integração, em alguns casos, seja muito tênue. Por exemplo, Almeida et al. (2006) relataram o uso de esterco dos animais como fertilizante em lavouras de três municípios do estado de Pernambuco. Santos (2013) informou que alguns agricultores de Janduís, RN, fazem revezamento de áreas com agricultura e pecuária.

Voltolini et al. (2011) descreveram o “sistema de fundo de pasto”, que é muito praticado no Sertão do São Francisco. Esse sistema se caracteriza pela criação de animais em áreas desprovidas de cercas, o que dá aos animais total acesso às áreas de vegetação nativa. Nesse caso, os rebanhos de caprinos e ovinos de diversos criadores se utilizam dessa área coletiva de vegetação nativa, que é pastejada sem critérios técnicos e que, na maioria das situações, atende a um número de animais maior do que pode suportar.

O sistema integrado conhecido como CBL é oriundo das iniciais das fontes alimentares utilizadas no sistema: “C” para “Caatinga”, “B” para “bufel” (*Cenchrus ciliaris* L.) e “L” para leucena [*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.], que passou a ser leguminosa contemplando um número maior de culturas forrageiras. O CBL foi inicialmente concebido para a produção de bovinos de corte, especialmente nas fases de recria e de engorda. Entretanto, por sua flexibilidade, pode ser utilizado também para a produção de crias, tratando-se de bovinos, e para a produção de caprinos e ovinos em

cria, recria e engorda. Detalhes sobre o referido sistema são apresentados por Guimarães Filho et al. (1996). O sistema CBL baseia-se no uso da Caatinga por um período de 2 a 4 meses ao ano, de pastos de capim-buffel por 8 a 10 meses (em geral, na época seca do ano) e de áreas destinadas ao cultivo de leguminosas ou outras forrageiras com o intuito de suplementar o rebanho com fontes volumosas. Essas forrageiras são utilizadas na forma de pastejo direto (como fenos ou silagens) ou servidas in natura aos animais. A distribuição dos componentes na área pode obedecer ao seguinte critério: 67% para áreas da Caatinga, 30% para pastos de capim-buffel e o restante para culturas forrageiras (Guimarães Filho et al., 1996; Voltolini et al., 2011).

O sistema integrado de produção experimental (Sipro) (Voltolini et al., 2011) tem como bases alimentares a Caatinga e o capim-buffel. Contudo abrange, além da silvicultura, as agriculturas irrigada e de sequeiro. A agricultura irrigada é feita com as culturas de milho (*Zea mays*) e de feijão (*Phaseolus vulgaris*). A agricultura de sequeiro é feita com sorgo (*Sorghum bicolor*), algodão (*Gossypium hirsutum*), mamona (*Ricinus communis*), milho e feijão. A fração pecuária do sistema contempla bovinos, caprinos e animais de trabalho em sistema de produção misto. A Caatinga é usada durante todo o ano, especialmente na época chuvosa e parcialmente na época seca. Durante a estação chuvosa, também se podem utilizar os pastos cultivados, como o capim-buffel. Os pastos de capim-buffel podem ser utilizados no meio ou no fim da estação chuvosa, quando a Caatinga apresenta menor massa de forragem. No período seco do ano, são utilizadas as palhadas remanescentes de milho e de feijão, bem como os grãos de sorgo (Voltolini et al., 2011).

O sistema integrado de frutivocultura está, normalmente, integrado com as culturas do caju (*Anacardium occidentale*) e da uva (*Vitis vinífera*). Os animais pastejam o sub-bosque dos vinhedos e a plantação de caju, que são comumente enriquecidos por uma grama exótica (por exemplo, *Megathyrsus maximum* cultivar Massai).

Os sistemas de produção sustentáveis (SPS) baseados no caju são comuns no Ceará e no Piauí, enquanto os sistemas de sub-bosque de vinha como forragem são observados principalmente em Pernambuco. Outro tipo de integração é o aproveitamento de frutos-refugos de melão (*Cucumis melo*), de goiaba (*Psidium guajava*), de caju, de acerola (*Malpighiae marginata*) e de melancia (*Citrullus lanatus*) dos perímetros irrigados (o que se

observa em Pernambuco, na Bahia, na Paraíba, no Ceará e no Rio Grande do Norte) na suplementação de ruminantes no período de escassez de alimentos no Semiárido brasileiro.

O outro sistema agropecuário integrado observado por Araújo Filho (2013) foi denominado de sistema agroflorestal – Sobral (SAF-Sobral) (Araújo Filho et al., 2010a, 2010b). O SAF-Sobral integra três subsistemas: um agrossilvicultural e dois silvipastoris. O animal (bovino, caprino e/ou ovino) integra os três subsistemas via pastejo e redistribuição de nutrientes pela produção de urina e fezes (esterco). O cerne do sistema é a divisão da área em três parcelas. A primeira, que corresponde a 20% da área, forma o sistema agrossilvicultural e é chamado de área agrícola (A); a segunda, que ocupa 60% da área, funciona como um sistema silvipastoril e é denominado área pastoril (P); e a terceira, que ocupa 20% da área, é outro sistema silvipastoril nomeado de reserva legal (R). O sistema é proposto para unidades produtivas a partir de 3 ha. A produtividade média obtida na área agrícola desse sistema variou de 722 kg ha<sup>-1</sup> em 1998 a 2.625 kg ha<sup>-1</sup> em 2007, com a média no período de 1.384 kg ha<sup>-1</sup>. A preparação da área A consta de um raleamento da vegetação arbórea (devem ser preservadas cerca de 200 árvores por hectare). Após a retirada da madeira útil, cuja venda custeará parte das despesas de implantação, os garranchos são amontoados em cordões perpendiculares ao declive do terreno e espaçados em 3,0 m para proteção do solo contra erosão. Os cordões de garranchos devem ter 0,4 m de largura e 0,5 m de altura. Procede-se, então, ao plantio de uma leguminosa em linhas localizadas em ambos os lados dos cordões. A decomposição dos cordões é rápida e coincide com o estabelecimento da leguminosa perene no terreno, de modo que os substituirá no papel de proteção do solo. Até que haja bom estabelecimento da leguminosa perene implantada nas aleias (faixas), que será a principal fonte de adubos verdes, não deve ser praticado o destocamento, pois a rebrotação das espécies nativas constitui fonte de adubação verde durante o período das chuvas. O plantio das culturas tradicionais deve ser realizado nas faixas entre os cordões com o objetivo de proteger o solo. A área P consta de uma caatinga raleada ou enriquecida, onde o rebanho será mantido. A área R pode ser manejada como um lote florestal e/ou sediar um apiário. No início das chuvas, o rebanho é mantido na área R por um período de 35 a 40 dias, respeitando sempre uma taxa de lotação entre moderada ou conservativa; o uso da forragem será entre 35% e 45%, a depender da oferta

de forragem na área para aproveitar a rebrota das espécies arbóreas e arbustivas forrageiras e para permitir o crescimento das forrageiras herbáceas da área P. Findo o período de utilização da área R, o rebanho é introduzido na área P, onde permanece pelo resto da estação; a taxa de lotação é sempre controlada para não haver comprometimento do pasto para sua utilização nos anos vindouros. Na mesma época, tem início, na parcela A, o plantio das culturas alimentares, seguindo-se as atividades de cultivo, de capinas, de corte e de colocação, sobre o solo, dos ramos da leguminosa e das rebrotações dos tocos. No fim do período das chuvas, o rebanho é colocado novamente na área R para aproveitar a folhada recém-caída das espécies caducifólias e permanece lá por um período de 30 dias, sempre submetido ao controle da taxa de lotação. Na parcela A, é feita a colheita das culturas e efetuado o último corte na parte aérea da leguminosa, que será utilizada na confecção de feno. Então o rebanho passa para a área A e, por um período de 40 dias, a utiliza como um banco de proteína. Findo o período de 40 dias, o rebanho permanece, pelo resto da época seca, na área P limitado ao pastejo leve e/ou moderado. Finalmente, ao término da estação seca, a área A é novamente utilizada como banco de proteína por um período de 30 a 40 dias.

## **Matéria orgânica do solo em sistemas de produção integrada na Caatinga**

Os solos da Caatinga são geralmente pouco profundos, de baixa permeabilidade, de baixo teor de matéria orgânica (MO), mas relativamente ricos em bases trocáveis. Anualmente, recebem excesso de calor e luz, o que resulta em intensa e constante ação dos intemperismos físico e biológico e, conseqüentemente, acarreta rápida mineralização da MO e manutenção vigorosa da circulação de nutrientes no ecossistema. Sua fertilidade baseia-se, pois, na alcalinidade e na riqueza em bases trocáveis. Assim os métodos empíricos de exploração desses solos deveriam estar baseados no menor distúrbio possível do meio biológico e no aporte de matéria orgânica, mediante a manutenção de uma cobertura viva formada por plantas fixadoras de nitrogênio e de uma cobertura morta de restos culturais, esterco animal e fontes diversas de adubação orgânica (Duque, 1980).

O SAF tem sido indicado como uma próspera alternativa para aumentar a produção vegetal e o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS) na Caatinga (Assis et al., 2010; Silva et al., 2011), assemelhando-se mais aos solos da vegetação natural do que dos sistemas agrícolas tradicionais ou intensivos (Maia et al., 2007, 2008). Os sistemas silvipastoris demonstraram alta eficiência na diminuição da erosão do solo (Aguiar et al., 2013), na recuperação da qualidade do solo (Maia et al., 2007; Nogueira et al., 2008), no aumento do carbono orgânico do solo (COS) (Maia et al., 2007) e no sequestro de carbono (Assis et al., 2010).

Campanha et al. (2011) realizaram estudos sobre perdas de solo, de água, de nutrientes e de COS pela erosão hídrica em sistemas de produção agroflorestal, tradicional e em condições naturais em áreas de Caatinga. Os autores verificaram que, em relação às perdas de solo, o tratamento que apresentou as menores médias foi o agrossilvipastoril, que superou inclusive os tratamentos na vegetação nativa. Segundo os autores, a proteção do solo gerada pela cobertura vegetal dos estratos herbáceo e arbóreo, assim como sua produção e deposição de serapilheira, foram fatores que amenizaram a perda de solo nos SAFs. Em relação aos nutrientes e COS, os tratamentos silvipastoril e SAF apresentaram as menores perdas totais e, por isso, foram recomendados como práticas a serem adotadas na região semiárida brasileira, sem impactos significativos sobre a fertilidade do solo.

Assis et al. (2010), ao trabalharem com diferentes sistemas de uso da terra no Ceará, relataram que a agricultura intensiva reduz o COS e seu estoque na camada superficial (de 0 m a 0,15 m). Os estoques de COS observados por Aguiar et al. (2014), ao estudarem SAFs numa cronossequência de 6, 9 e 13 anos, foram elevados em comparação aos de outras regiões semiáridas (Takimoto et al., 2008; Howlett et al., 2011), o que mostra que, em um período de 13 anos, os SAFs armazenaram um total de até  $4,4 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  de carbono. Considerando apenas os estoques de biomassa de árvores e assumindo que 1 t de carbono na biomassa arbórea é equivalente a uma redução de  $3,67 \text{ t de CO}_2$  na atmosfera (Turner et al., 1995), a potencial redução das



emissões de CO<sub>2</sub> da atmosfera pelos SAFs corresponde a até 8,8 t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>. Esses valores representam de 26% a 47% do sequestro de carbono que ocorre na vegetação lenhosa em uma área de Caatinga preservada.

Maia et al. (2007) e Silva et al. (2011), após avaliarem os teores de MOS e os parâmetros físicos do solo em diferentes sistemas de uso da terra, incluindo SPS, SAF e culturas tradicionais, concluíram que, em comparação à qualidade do solo em cultivo tradicional, a qualidade em SAFs é mais semelhante à do ecossistema natural. Tais semelhanças podem surgir que árvores e agricultura se complementam funcionalmente e estruturalmente (Jordan, 2004), o que favorece o fornecimento constante de MOS. Normalmente, os sistemas silvipastoris têm as maiores quantidades de COS como consequência do suprimento contínuo de resíduos orgânicos provenientes de sistemas radiculares diversificados, do fornecimento de nutrientes pela urina e estrume e da falta de preparo do solo (Fialho et al., 2013). A similaridade entre as densidades dos solos em agrossilvicultura e em ecossistema inalterado está relacionada às raízes das árvores que permitem a formação e estabilização de agregados do solo por meio de processos físicos, decomposição e produção de exsudados radiculares.

Os reservatórios de MOS são diretamente afetados pelo manejo do solo (Xavier et al., 2013). Ziegler et al. (2013), após 5 anos de estudo em um SAF com milho e feijão consorciados com gliricídia (*Gliricidia sepium*) e caju no litoral do Ceará, verificaram que os SAFs se mostraram economicamente viáveis apenas quando incrementados com insumos orgânicos no solo (esterco e bagana). Esse fato reforça que o COS é indicador sensível da qualidade do solo.

## Considerações finais

---

Os resultados das pesquisas brevemente referidas aqui mostraram que os SAFs constituem a melhor opção para sustar a degradação do bioma Caatinga, que, há mais de 400 anos, vem sendo submetido a desmatamentos e queimadas.

## Referências

AGUIAR, M. I.; FIALHO, J. S.; CAMPANHA, M. M.; OLIVEIRA, T. S. Carbon sequestration and nutrient reserves under different land use systems. **Revista Árvore**, v. 38, n. 1, p. 81-93, jan./fev. 2014. DOI: 10.1590/S0100-67622014000100008.

AGUIAR, M. I. de; FIALHO, J. S.; ARAÚJO, F. das C. S. de; CAMPANHA, M. M.; OLIVEIRA, T. S. de. Does biomass production depend on plant community diversity?. **Agroforestry Systems**, v. 87, n. 3, p. 699-711, June 2013. DOI: 10.1007/s10457-012-9590-9.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuárias nos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 23-58.

ALMEIDA, A. C. S. de; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F. dos; SILVA, J. A. A. da; LIRA, M. A. Caracterização de produtores e propriedades rurais em três municípios do estado de Pernambuco. **Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 323-332, out./dez. 2006.

ALVES, E.; SOUZA, G. da S. e. O semiárido segundo o censo agropecuário 2006 e os censos de população 1991, 2000 e 2010. **Revista de Política Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 74-85, jan./mar. 2015.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**. São Paulo: Brasiliense, 1963. 273 p.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 4, n. 2, p. 149-153, jul./dez. 1981.

AQUINO, R. S.; LEMOS, C. G.; ALENCAR, C. A.; SILVA, E. G.; LIMA, R. S.; GOMES, J. A. F.; SILVA, A. F. A realidade da caprinocultura e ovinocultura no semiárido brasileiro: um retrato do sertão do Araripe, Pernambuco. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n. 4, p. 271-281, abr. 2016. DOI: 10.22256/pubvet.v10n4.271-281.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. Recife: Projeto Dom Hélder Câmara, 2013. 200 p.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CAMPANHA, M. M.; FRANÇA, F. M. C.; SILVA, N. L. da; SOUSA NETO, J. M. Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará. In: INTERNATIONAL CONFERENCE: CLIMATE, SUSTAINABILITY AND DEVELOPMENT IN SEMI-ARID REGIONS, 2nd, 2010, Fortaleza. **Proceedings...** Fortaleza: CGEE; Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010a. 17 f. 1 CD-ROM.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; SILVA, N. L. da; FRANÇA, F. M. C.; CAMPANHA, M. M.; SOUSA NETO, J. M. de. **Sistema de produção agrossilvipastoril no semiárido do Ceará**. Fortaleza: Secretaria de Recursos Hídricos, 2010b. 33 p. (Cartilhas temáticas: Tecnologias e práticas hidroambientais para convivência com o Semiárido, v. 10).

ASSIS, C. P. de; OLIVEIRA, T. S. de; DANTAS, J. d'A. da N.; MENDONÇA, E. de S. Organic matter and phosphorus fractions in irrigated agroecosystems in a semi-arid region of Northeastern

Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 138, n. 1-2, p. 74-82, June 2010. DOI: 10.1016/j.agee.2010.04.002.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretária de Políticas de Desenvolvimento Regional. **Plano estratégico de desenvolvimento sustentável do Semi-Árido-PDSA (Versão para discussão)**. Brasília, DF: MIN: SDR: ADENE, 2005. 134 p. (Documento de Base, 1).

CAMPANHA, M. M.; ARAÚJO, F. S. de; MENEZES, M. O. T. de; SILVA, M. A.; MEDEIROS, H. R. de. Estrutura da comunidade vegetal arbóreo-arbustiva de um sistema agrossilvipastoril em Sobral-CE. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 94-101, jul./set. 2011.

CARVALHO, M. V. B. de M. A.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; FREITAS, Â. M. de M.; ALMEIDA, O. C. de. Caracterização de propriedades rurais e identificação de espécies arbóreas e arbustivas ocorrentes em pastagens do Agreste de Pernambuco. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 3, n. 1, p. 38-54, jan./jun. 2001.

CARVALHO, O. de; EGLER, C. A. G. **Alternativas de desenvolvimento para o nordeste semi-árido**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2003. 204 p.

CASTRO, C. N. de. **A agricultura no nordeste brasileiro**: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. Rio de Janeiro: Ipea, 2012. 48 p. (Texto para discussão, 1786).

COSTA, R. G.; ALMEIDA, C. C.; PIMENTA FILHO, E. C.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; SANTOS, N. M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 218, p. 195-205, jun. 2008.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 5. ed. Mossoró: Fundação Guimarães Duque, 1980. 273 p.

FIALHO, J. S.; AGUIAR, M. I. de; MAIA, L. dos S.; MAGALHÃES, R. B.; ARAÚJO, F. das C. S. de; CAMPANHA, M. M.; OLIVEIRA, T. S. de. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil's semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 5020-5031, 2013. DOI: 10.5897/AJAR2013.6712.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; RICHÉ, G. R. **Sistema caatinga-Buffel-Leucena para produção de bovinos no semi-árido**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1996. 39 p. (Embrapa-CPATSA. Circular técnica, 34).

HOFFMANN, R.; NEY, M. G. **Estrutura fundiária e propriedade agrícola no Brasil**: grandes regiões e unidades da federação: de 1970 a 2008. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2010. 109 p.

HOWLETT, D. S.; MORENO, G.; LOSADA, M. R. M.; NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D. Soil carbon storage as influenced by tree cover in the Dehesa cork oak silvopasture of central-western Spain. **Journal of Environmental Monitoring**, v. 13, n. 7, p. 1897-1904, July 2011. DOI: 10.1023/B:A-GFO.0000028991.86647.35.

JORDAN, C. F. Organic farming and agroforestry: alleycropping for mulch production for organic farms of southeastern United States. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1-3, p. 79-90, July 2004. DOI: 10.1023/B:AGFO.0000028991.86647.35.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 804 p.

LIMA, P. C. F. Sistemas agrossilviculturais desenvolvidos no semi-árido brasileiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 16, p. 7-17, jun. 1988.

LUETZELBURG, P. von. **Estudo botânico do nordeste**. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas, 1923. v. 1, 126 p. (Publicação 57, Série I, A).

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. de S.; ARAUJO FILHO, J. A. de. Frações de nitrogênio em Luvisolo sob sistemas agroflorestais e convencional no semi-árido cearense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 381-392, jan./fev. 2008. DOI: 10.1590/S0100-06832008000100036.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAUJO FILHO, J. A. de. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 71, n. 2, p. 127-138, 2007. DOI: 10.1007/s10457-007-9063-8.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. B. C.; COSTA, S. E. V. G. de A.; KUNRATH, T. R. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, v. 57, p. 4-9, July 2014a. Special issue. DOI: 10.1016/j.eja.2013.10.004.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; LUSTOSA, S. B. C.; LANG, C. R.; DEISS, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5, p. 1024-1031, 2014b. Número especial. DOI: 10.1590/S1806-66902014000500018.

NOGUEIRA, R. da S.; OLIVEIRA, T. S. de; TEXEIRA, A. dos S.; ARAÚJO FILHO, J. A. de. Redistribuição de carbono orgânico e fósforo pelo escoamento superficial em sistemas agrícolas convencionais e agroflorestais no semi-árido cearense. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, p. 327-337, 2008.

OLIVEIRA, C. A. V.; CORREIA, R. C.; BONNAL, P.; CAVALCANTI, N. de B. Tipologia dos sistemas de produção praticados pelos pequenos produtores do Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 35., 1997, Natal. **O público e o privado na agricultura brasileira**: anais. Brasília, DF: SOBER, 1997. p. 200-213. 1 CD-ROM.

PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da (ed.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 3-73.

RIET-CORREA, B.; SIMÕES, S. V. D.; PEREIRA FILHO, J. M.; AZEVEDO, S. S. de; MELO, D. B. de; BATISTA, J. A.; MIRANDA NETO, E. G. de; RIET-CORREA, F. Sistemas produtivos de caprinocultura leiteira no semiárido paraibano: caracterização, principais limitantes e avaliação de estratégias de intervenção. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 345-352, mar. 2013. DOI: 10.1590/S0100-736X2013000300012.

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica (florístico-sociológica) do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 25, n. 1, p. 3-64, jan. 1963.

SALIN, T. C.; FERREIRA, R. L. C.; ALBUQUERQUE, S. F. de; SILVA, J. A. A. da; ALVES JÚNIOR, F. T. Caracterização de sistemas agrícolas produtivos no semiárido brasileiro como bases para um planejamento agroflorestal. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 109-118, mar./jun. 2012.

SALOMÃO, G. B.; PADOVAN, M. M.; PEREIRA, Z. V.; FERNANDES, S. S. L.; SILVA, S. M.; ABREU, T. S. S. Espécies arbóreas de uso medicinal em sistema agroflorestal no Território do Cone Sul de Mato Grosso do Sul. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE MATO GROSSO DO SUL, 14., 2011, Dourados. **Plantas medicinais: do popular ao científico: anais...** Dourados: UFGD, 2011. 1 CD-ROM.

SANTOS, C. F. dos. **Diagnóstico da agricultura familiar no município de Janduí/RN: perspectiva social, econômica e ambiental**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.

SCHNELL, R. Problèmes phytogéographiques, écologiques et économiques de la caatinga brésilienne. **Journal D'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée**, v. 13, n. 1-3, p. 59-90, Janv./Mars 1966. DOI: 10.3406/jatba.1966.2871.

SILVA, G. L.; LIMA, H. V.; CAMPANHA, M. M.; GILKES, R. J.; OLIVEIRA, T. S. Soil physical quality of Luvisol under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region. **Geoderma**, v. 167-168, p. 61-70, Nov. 2011. DOI: 10.1016/j.geoderma.2011.09.009.

SILVA, V. R. da; SILVA, M. M. da; PEREIRA, M. C. de B. Pluriatividade e sustentabilidade em comunidades rurais do semiárido nordestino. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 35, p. 349-366, dez. 2015. DOI: 10.5380/dma.v35i0.40504.

SUMBERG, J. Toward a dis-aggregated view of crop-livestock integration in Western Africa. **Land Use Policy**, v. 20, n. 3, p. 253-264, July 2003. DOI: 10.1016/S0264-8377(03)00021-8.

TAKIMOTO, A.; NAIR, P. K. R.; NAIR, V. D. Carbon stock and sequestration potential of traditional and improved agroforestry systems in the West African Sahel. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 125, n. 1, p. 159-166, May 2008. DOI: 10.1016/j.agee.2007.12.010.

TURNER, D. P.; KOERPER, G. J.; HARMON, M. E.; LEE, J. J. Carbon sequestration by forests of the United States. Current status and projections to the year 2040. **Tellus B: Chemical and Physical Meteorology**, v. 47, n. 1-2, p. 232-239, jan. 1995. DOI: 10.1034/j.1600-0889.47.issue1.19.x

VELOSO, H. P. Os grandes climaxes do Brasil: IV - considerações gerais sobre a vegetação da região nordeste. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 62, n. 1, p. 203-223, jan./dez. 1964. DOI: 10.1590/S0074-02761964000100015.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (ed.). **Ecorregiões**: propostas para o bioma caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste: Instituto de Conservação Ambiental, 2002. 75 p. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga, Aldeia, PE, 2001.

VIDAL, D. L. Diversidade tipológica do manejo rural feminino no semiárido brasileiro. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 232, p. 1149-1160, dez. 2011. DOI: 10.4321/S0004-05922011000400030.

VOLTOLINI, T. V.; SANTOS, R. M.; MORAES, S. A.; ARAÚJO, G. G. L. Principais modelos produtivos na criação de caprinos e ovinos. In: VOLTOLINI, T. V. (ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. cap. 9, p. 219-232.

XAVIER, F. A. da S.; MAIA, S. M. F.; RIBEIRO, K. A.; MENDONÇA, E. de S.; OLIVEIRA, T. S. de. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 165, p. 173-183, Jan. 2013. DOI: 10.1016/j.agee.2012.12.003.

ZIEGLER, H. R. S. ; ARAÚJO FILHO, J. A.; DONATTI, R.; BARBOSA, M. M. ; OLIVEIRA, V. P. V. Análise de benefício/custo de Sistema Agroflorestal (SAF) experimental com adição de resíduos orgânicos no Semiárido Cearense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, nov. 2013.