

POTENCIALIDADES DA ZONA DA MATA E DO AGRESTE NORDESTINOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA¹²

*André Julio do Amaral
José Carlos Pereira dos Santos
Luís de França da Silva Neto
José Henrique de Albuquerque Rangel
Alexandre Hugo César Barros
João Henrique Zonta*

Introdução

A região Nordeste do Brasil abrange 156 milhões de hectares, dos quais 98 milhões são localizados no ambiente Semiárido, caracterizado pelo bioma Caatinga, e os 58 milhões restantes ocupam a Zona da Mata e áreas costeiras. A região é composta por nove estados; o maior deles em extensão territorial é a Bahia, seguido por Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Alagoas e Sergipe (IBGE, 2006).

¹²Os autores gostariam de agradecer às instituições de fomento: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, rede ILPF, Embrapa, Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca da Paraíba e núcleos estaduais do Programa ABC; às organizações estaduais de pesquisa agropecuária: Instituto Agrônomo de Pernambuco e Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba; ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba; e ao proprietário da Ovinocultura Pina, Sr. Joseval Pina.

O solo, produto da interação da litosfera com as demais esferas (hidrosfera, biosfera e atmosfera), ao longo do tempo, apresenta grande diversidade de organismos e compostos orgânicos e inorgânicos, servindo como filtro e armazenador de água, de carbono (C), de nitrogênio (N) e dos demais elementos químicos essenciais à existência da vida na Terra. É de fundamental importância para a manutenção da biosfera terrestre, caracterizando-se como um componente do ecossistema que se encontra em equilíbrio dinâmico (Lepsch, 2002; Mendonça; Fernandes, 2010; Ker, 2012).

O Nordeste, em geral, com destaque para o Semiárido, apresenta uma variedade de paisagens e de ambientes que deve ser destacada como uma das características mais marcantes da região, especialmente a heterogeneidade de solos e a distribuição irregular das chuvas, o que aumenta a complexidade no estabelecimento de estratégias para implantação de sistemas de produção sustentáveis. Cunha et al. (2010) apontam que, diante da complexidade de paisagens inerente à região Nordeste, deve-se considerar que o solo, a vegetação e o clima coexistem num equilíbrio dinâmico, que pode ser alterado pela mudança de uso da terra. Portanto o conhecimento e a caracterização dos solos em sua ambiência são fundamentais para o planejamento de atividades agrícolas e pecuárias. Essas informações determinam a aptidão agrícola e a capacidade de uso dos solos. Esses limites devem ser respeitados, tratando cada classe de solo de acordo com suas necessidades e especificidades (Lepsch et al., 2015). No entanto o padrão de manejo do solo atual preconiza o uso intensivo de insumos, com baixa diversidade nos sistemas produtivos (Anghinoni et al., 2013), favorecendo, como consequência, os impactos ambientais indesejáveis, como aumento de áreas degradadas por erosão acelerada, salinização, compactação e início do processo de desertificação, refletindo em baixa sustentabilidade dos sistemas de produção. Todos esses aspectos são potencializados pela fragilidade dos recursos naturais, com destaque para a forte restrição e distribuição irregular das chuvas.

Uma estratégia para diversificação da produção com sustentabilidade em propriedades rurais é a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária, entre os quais, a integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Esses sistemas, por sua vez, precisam ser adaptados às diferentes condições edafoclimáticas, sociais e econômicas da região Nordeste. Os sistemas ILPF são planejados para explorar sinergismos e propriedades emergentes, frutos de interações nos compartimentos do solo planta-animal-atmosfera de áreas que integram atividades

de produções agrícola e pecuária (Moraes et al., 2012). São interações planejadas em diferentes escalas espaço-temporais, abrangendo a exploração de cultivos agrícolas (grãos, pastagens e florestas) e produção animal (ruminantes e monogástricos) na mesma área, de forma concomitante ou sequencial. No Brasil, os sistemas mais conhecidos são os de integração lavoura-pecuária (ILP), conforme citam Balbino et al. (2011).

Em relação ao potencial pedoclimático para a implantação de sistemas ILPF na região Nordeste, os locais mais promissores estão na Zona da Mata e nas áreas costeiras, ocupados pelo bioma Mata Atlântica, onde os totais pluviométricos médios anuais situam-se, predominantemente, entre 1.200 mm e 2.000 mm. Essas regiões, além das boas condições climáticas, apresentam, em geral, solos profundos e com boas condições físicas, o que favorece o desenvolvimento das plantas (Silva et al., 2001). O relevo acidentado, que ocorre em alguns ambientes da região, contudo, pode constituir-se em forte entrave, dificultando ou mesmo inviabilizando a implantação dos sistemas e exigindo atenção especial quanto à adoção de práticas de conservação do solo, tais como, cultivo em nível, em faixas e, quando necessário, a confecção de terraços agrícolas. As áreas com melhor aptidão são aquelas de relevo plano e suave ondulado com ocorrência dos solos das classes dos Latossolos e Argissolos. A baixa fertilidade dos solos também constitui outra importante limitação geral de praticamente todos os solos dessa região mais úmida, que necessita ser corrigida para a obtenção de boas produtividades.

Entretanto os ambientes de clima semiárido tendem a ser mais restritivos à implantação dos sistemas ILPF, tanto em virtude da menor disponibilidade hídrica para as plantas, como pela presença de solos mais rasos e com maiores restrições físicas em comparação com os ambientes mais úmidos. As limitações se tornam ainda mais fortes na região do Sertão, onde as precipitações pluviométricas são geralmente baixas, variando entre 400 mm e 600 mm anuais, e concentrada em 3 a 4 meses. O Agreste, pelas próprias características climáticas de transição, apresenta aptidão intermediária entre a Zona Úmida Costeira e o Sertão para a implantação de sistemas ILPF.

Segundo Bell e Moore (2012), os sistemas integrados constituem-se numa das mais importantes formas de uso da terra, atingindo 25 milhões de km² em todo o mundo. No Brasil, estima-se que 11,5 milhões de hectares são cultivados com sistemas integrados ILPF: 83% na forma de ILP, 9% na forma de

ILPF, 7% na forma de integração silvipastoril (IPF) e 1% na forma de integração lavoura-floresta (ILF) (ILPF..., 2016).

Os sistemas ILPF têm aplicabilidade para diferentes condições de clima, solo, topografia, tamanho da propriedade, modelo de empresa agrícola, condição social dos atores e sistema agropecuário (Rangel et al., 2015). Até o momento, destaca-se na região Nordeste, em áreas do Agreste e da Zona Úmida Costeira, a adoção de sistemas silvipastoris IPF, em condição de sequeiro, envolvendo o consórcio de pastagens com leguminosas arbóreas. Entre as leguminosas arbóreas utilizadas, destaca-se a *Gliricidia sepium*, que apresenta adaptação às condições edafoclimáticas da região e tem potencial forrageiro. O uso dessa espécie em consórcio com a pastagem do gênero *Urochloa* spp., no espaçamento regular entre fileiras e plantas de 4 m x 2 m, promove a redução dos custos com adubação nitrogenada e favorece o desempenho animal, apresentando margem de lucro líquido superior aos sistemas tradicionais de pastagens solteiras com e sem adubação nitrogenada (Rangel et al., 2015). Pacheco et al. (2013), ao estudarem um Argissolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa e distrófico no município de Nossa Senhora das Dores, SE, concluíram que o cultivo de milho consorciado com espécies forrageiras (*U. decumbens*) apresenta potencial como alternativa para a formação de cobertura morta no sistema de plantio direto ou para formação de pastagens na ILP, com rendimento líquido que varia de R\$ 1.730,00 a R\$ 2.135,00 por hectare, dependendo das condições climáticas, não diferindo dos sistemas de plantio convencionais. Estudos similares realizados por Zonta et al. (2016) no Agreste paraibano também demonstraram a viabilidade do sistema ILP em um Neossolo Regolítico, no município de Lagoa Seca, PB. Os autores indicaram que o consórcio de milho com *U. brizantha* cultivar Piatã apresenta melhor adaptação devido à tolerância à seca e à elevada produção de matéria verde e massa seca, sem competir com a cultura principal do milho, podendo a gramínea ser semeada a lanço ou na entrelinha da cultura principal, a depender do maquinário e das condições socioeconômicas disponíveis na propriedade.

Este capítulo tem por objetivo apresentar as características dos principais solos da região Nordeste, utilizando como referência o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco, que conta com as informações de solos na escala 1:100.000, e os aspectos gerais relacionados à implantação e à condução de sistemas ILPF, com ênfase para as sub-regiões do Agreste e da Zona da Mata nordestinos.

Região Nordeste: biomas, sub-regiões e principais tipos de solos

Predomina na região Nordeste do Brasil o bioma Caatinga, ocupando uma área total de 98 milhões de hectares. Ocorre ainda na região o bioma Cerrado, especialmente no oeste da Bahia, no sul do Piauí e no leste do Maranhão; o bioma Amazônia, na porção norte do Maranhão; e o bioma Mata Atlântica, ocupando extensas áreas, principalmente na porção leste da região (Figura 1A). Diante dessa diversidade, a região Nordeste foi dividida em quatro sub-regiões, conforme ilustrado na Figura 1B (IBGE, 2004):

1. Meio-Norte: compreende todo o estado do Maranhão e aproximadamente metade do estado do Piauí, em sua porção oeste. O clima varia do amazônico, em parte do Maranhão, ao semiárido em parte do Piauí. A vegetação dominante é de Mata de Cocais, mas também ocorrem Floresta Amazônica, Caatinga e Cerrado.
2. Sertão: área predominante na região Nordeste, com exclusividade do bioma Caatinga, com totais pluviométricos em torno 400 mm a 600 mm por ano e evapotranspiração anual em torno de 2.000 mm por ano, caracterizando o polígono das secas. Tem ocorrência em todos os estados da região, à exceção do Maranhão.
3. Agreste: corresponde à faixa de transição entre a Zona da Mata e o Sertão. Tem ocorrência desde o sul da Bahia, percorrendo ainda parte dos estados de Sergipe, de Alagoas, de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte. A precipitação pluviométrica média anual gira, predominantemente, em torno de 600 mm a 800 mm.
4. Zona da Mata: também denominada de Zona Úmida Costeira, é considerada, juntamente com o bioma Amazônico, a área mais úmida da região Nordeste. Apresenta precipitação pluviométrica média anual que varia de 1.200 mm a 2.000 mm.

A Figura 2A ilustra a ocorrência dos diferentes biomas encontrados nos estados da região Nordeste e a Figura 2B, as suas condições pluviométricas. Observa-se que a vegetação reflete as condições pluviométricas (Figuras 2A e 2B). A ocorrência dos grandes domínios de solos da região Nordeste é ilustrada nas Figuras 2C a 2F, em nível exploratório-reconhecimento, na escala 1:5.000.000. Observa-se, nesse caso a clara correspondência entre os biomas, a precipitação pluviométrica média anual e as classes dos solos (Santos et al., 2013).

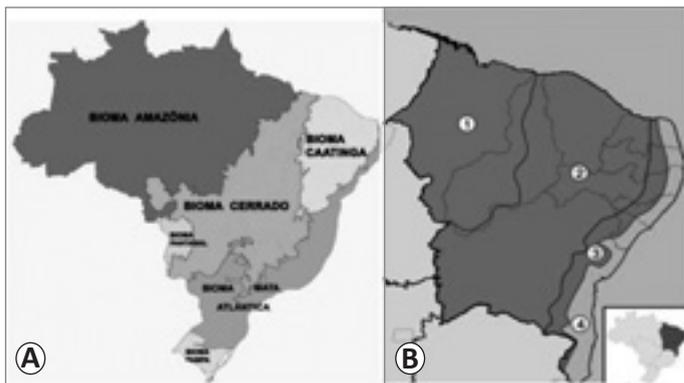


Figura 1. Biomas existentes no território brasileiro (A); sub-regiões do Nordeste (B). 1: Meio-Norte; 2: Sertão; 3: Agreste; 4: Zona da Mata. Fonte: IBGE (2004).

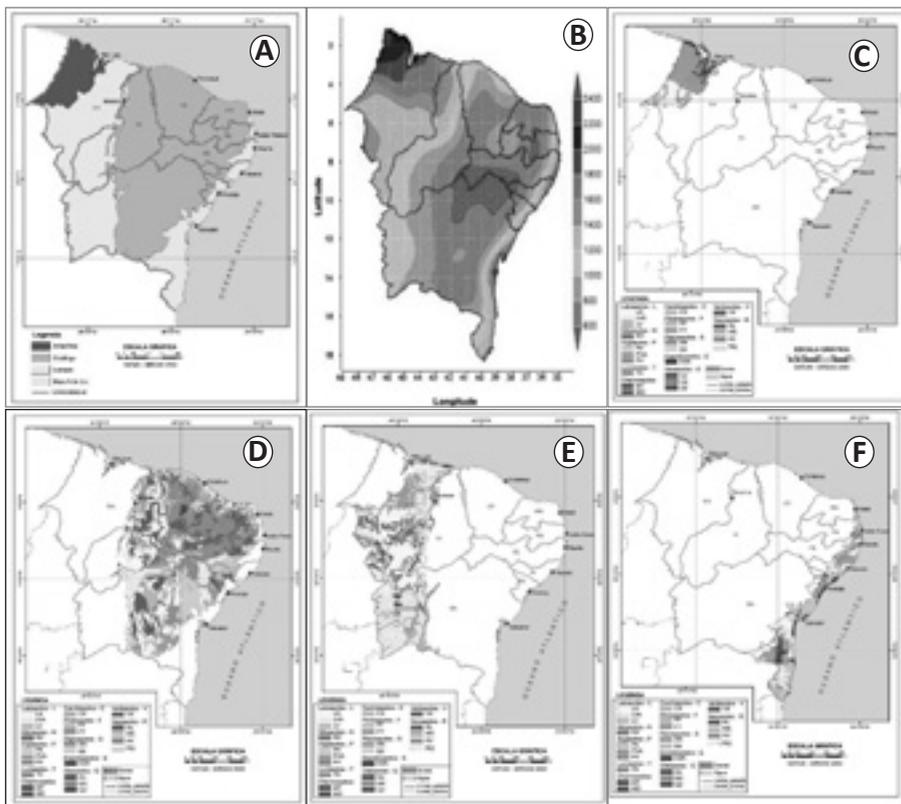


Figura 2. Biomas da região Nordeste do Brasil (A); precipitação média anual (B); principais solos nos biomas Amazônia (C), Caatinga (D), Cerrado (E) e Mata Atlântica (F), na região Nordeste do Brasil.

Fonte: Aguiar (2003); IBGE (2004); Santos et al. (2013).

Em geral, os solos mais profundos e com maior grau de desenvolvimento em função dos intemperismos físico e químico (Latossolos, Argissolos e Plintossolos) ocorrem nas regiões de maior precipitação pluviométrica, localizadas nos biomas Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica, enquanto no bioma Caatinga predominam os solos mais rasos representados, principalmente, pelas classes dos Planossolos, Luvisolos, Neossolos Litólicos.

Tendo em vista o forte gradiente da distribuição pluviométrica na região Nordeste, conforme ilustrado no mapa do estado de Pernambuco, elaborado com base em séries históricas de precipitação (Figura 3A), e pelo fato de o clima, especialmente a temperatura (Figura 3B), e a precipitação pluviométrica serem relevantes fatores de formação do solo, existe uma variabilidade espacial do solo que determina a sua aptidão agrícola, a qual deve ser considerada na implantação de sistemas ILPF, conforme mencionado por Balbino et al. (2011).

O gradiente pluviométrico reflete três sub-regiões características na região Nordeste: Zona da Mata, Agreste e Sertão. No caso do estado de Pernambuco, 70% do seu território encontra-se sob clima semiárido (Agreste e Sertão): o Agreste formado por uma faixa territorial com totais pluviométricos anuais entre 800 mm a 1.100 mm e o Sertão (a região mais seca), situado na sua porção mais a oeste, com precipitações médias em geral de 400 mm a 600 mm (Figura 3A). Com relação às temperaturas médias anuais do ar (Figura 3B), essas são relativamente altas, em torno de 26 °C na Zona da Mata e 28 °C no Sertão. Nas áreas de altitudes mais elevadas do Planalto da Borborema, as temperaturas médias do ar são mais amenas, em torno de 21 °C a 23 °C. Temperaturas do ar mais amenas também são observadas no Sertão, em algumas áreas de exceção denominadas de “brejos de altitudes”, com altitudes superiores a 800 m.

Em geral, o solo reflete as condições climáticas e geológicas da região, apresentando assim alta variabilidade espacial e, em alguns casos, em curtas distâncias, é comum encontrar mais de uma classe de solo, caracterizando sua heterogeneidade no contexto da região Nordeste. De modo geral, para ilustrar os solos da região Nordeste nos estados que abrangem os biomas Mata Atlântica e Caatinga, serão utilizadas neste texto as informações do levantamento de baixa e média intensidades dos solos do estado

de Pernambuco na escala 1:100.000 (Araújo Filho et al., 2000), com ênfase para os solos da Zona da Mata e do Agreste. Com base nessas informações que, em linhas gerais, refletem os outros ambientes do Nordeste com condições climáticas similares, é possível fazer as seguintes generalizações: no Semiárido (Agreste e Sertão), há ocorrência de solos mais rasos, pedregosos e ricos em nutrientes, enquanto na Zona da Mata e no litoral, os solos tendem a ser mais profundos, com melhores condições físicas, porém de fertilidade natural mais baixa, demonstrando a influência de atributos pedológicos na distinção de ambientes e de suas potencialidades (Silva et al., 2001; Resende et al., 2007).

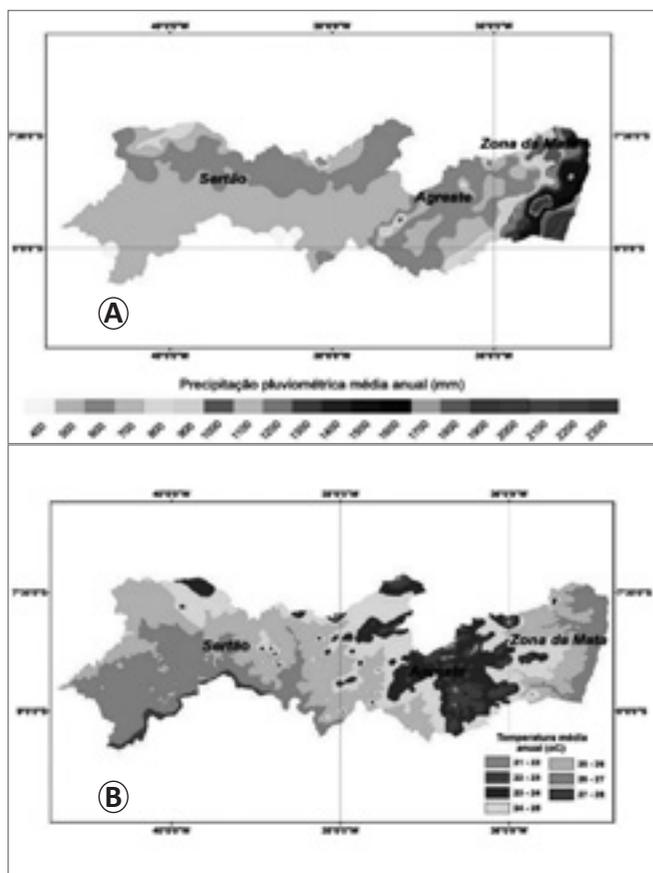


Figura 3. Pluviometria média anual (A) e temperatura média anual (B) de Pernambuco.

Fonte: Silva et al. (2001).

Solos da Zona da Mata e da Baixada Litorânea

O mapa e o percentual de ocorrência das classes de solos da Zona da Mata e da Baixada Litorânea de Pernambuco são apresentados na Figura 4. Constata-se nessa região, que ocupa uma área de 11.231 km² do estado, o predomínio dos solos das classes dos Argissolos Vermelho-Amarelos (Figura 5A), Argissolos Amarelos e Argissolos Vermelhos que, em conjunto, ocupam cerca de 41% de sua área total (Figura 4B). Em segundo lugar, encontram-se os Latossolos, principalmente os Latossolos Amarelos (Figura 5B), ocupando 35% da área (Figura 4B). Os outros 12,6% restantes são ocupados por solos de menor expressão geográfica, a exemplo dos solos de várzeas como os Gleissolos e os Neossolos Flúvicos, e por solos arenosos das classes dos Neossolos Quartzarênicos e Espodosolos (Figura 5C). Os Argissolos, os Latossolos e os Neossolos Flúvicos, por serem em geral profundos, bem-drenados e com boas condições físicas, são considerados aqueles que apresentam os melhores potenciais para implantação de sistemas ILPF. Contudo, em geral, apresentam baixa fertilidade natural e, dependendo do relevo, necessitam da adoção de práticas conservacionistas de caráter mecânico (cultivo em nível, terraceamento e cultivo em faixas), além das práticas de caráter edáfico e vegetativo, inerentes aos sistemas integrados com aporte contínuo de matéria orgânica, por meio do estabelecimento de rotações de cultura e adequado manejo dos resíduos culturais.

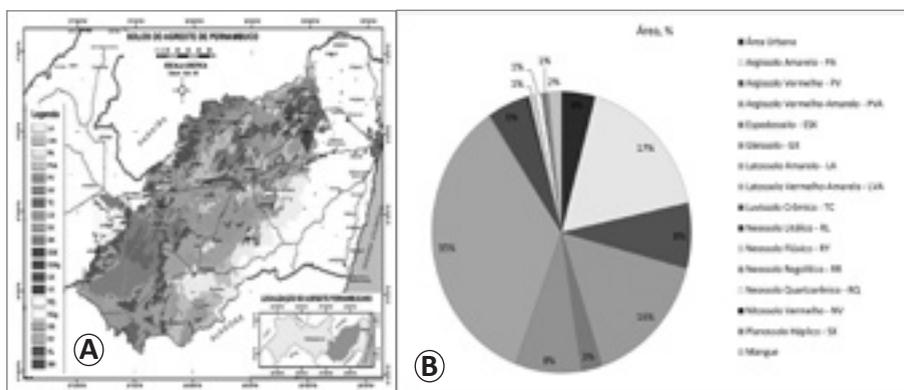


Figura 4. Mapa de solos do bioma Mata Atlântica, incluindo a Zona da Mata e a Baixada Litorânea de Pernambuco (A); percentual de ocorrência das classes de solo (B); na escala 1:100.000.

Fonte: Silva et al. (2001).

Fotos: Flávio Adriano Marques

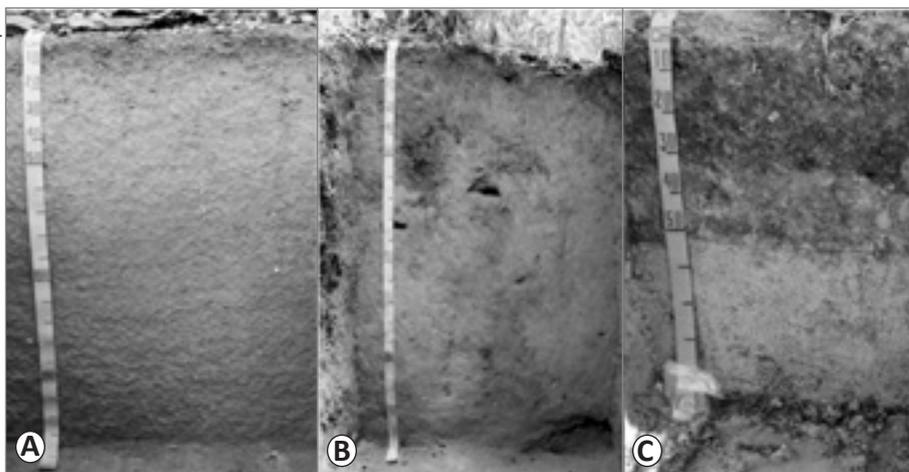


Figura 5. Aspectos morfológicos de perfis de solo das classes Argissolo Vermelho-Amarelo (A), Latossolo Amarelo (B) e Gleissolo Háplico (C).

Solos do Agreste

O mapa e o percentual de ocorrência das classes de solos do Agreste de Pernambuco são apresentados na Figura 6. Diferentemente do que ocorre na Zona da Mata, em função dos menores regimes pluviométricos, constata-se predomínio da classe dos Planossolos Háplicos, conforme perfil de solo apresentado na Figura 7A, e Nátricos, que ocupam cerca de 35% da área total (Figura 6B) com cerca de 24.400 km²; 17% da área do Agreste pernambucano é representada por solos arenosos da classe dos Neossolos Regolíticos (Figuras 6 e 7C); 15% são ocupados por solos rasos, com profundidade menor ou igual a 50 cm, classificados como Neossolos Litólicos (Figuras 6 e 7B); os Argissolos Vermelho-Amarelos representam 13%; e 5% são Luvisolos Crômicos (Figuras 6 e 7D), que são solos com boa fertilidade natural, mas pouco profundos (em geral com menos de 60 cm na região Nordeste), o que os torna bastante susceptíveis à erosão e com limitações ao desenvolvimento de muitas espécies arbóreas. Devido às maiores restrições hídricas na região do Agreste, o que condiciona o predomínio de solos pouco profundos e rasos, a exemplo dos Planossolos, Luvisolos e Neossolos Litólicos, a implantação de sistemas ILPF deve ser feita com muita cautela, procurando encontrar áreas na região que apresentem solos com profundidades efetivas (espessura dos

horizontes A+E, A+B ou A) na faixa de 1,0 m a 1,5 m, mais adequadas ao crescimento e desenvolvimento de raízes das plantas das espécies perenes, as quais também devem apresentar-se adaptadas aos ambientes, ou seja, com moderada a forte restrição hídrica.

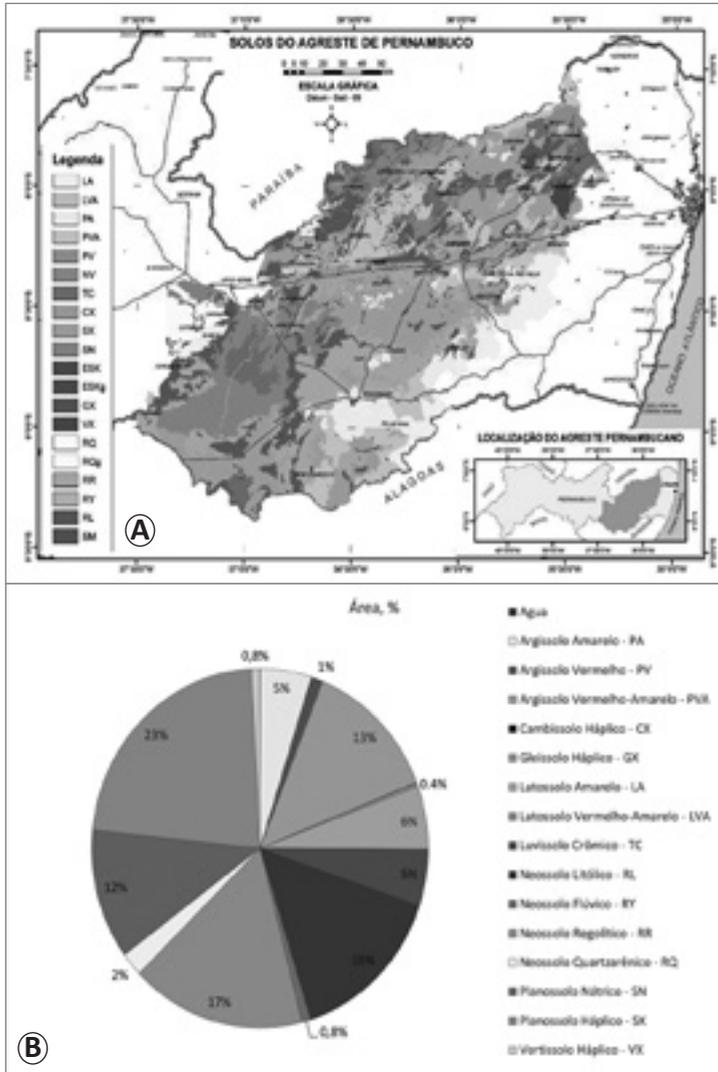


Figura 6. Mapa de solos do Agreste de Pernambuco (A), percentual de ocorrência das classes de solo (B), na escala 1:100.000.

Fonte: Silva et al. (2001).

Fotos: Embrapa Solos UEP Recife-PE

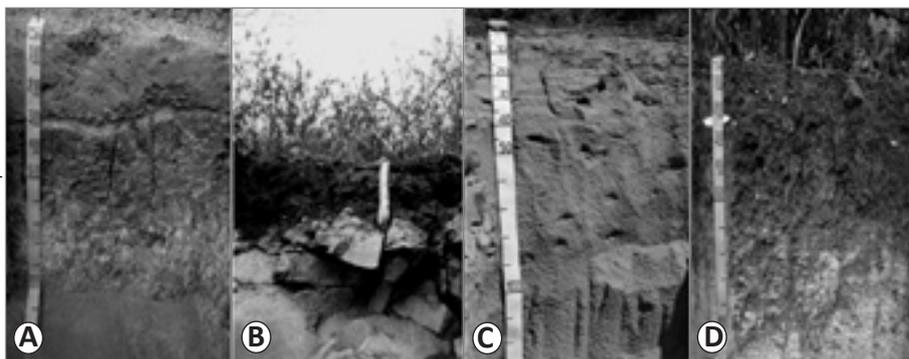


Figura 7. Aspectos morfológicos de perfis de solo das classes Planossolo Háplico (A); Neossolo Litólico (B); Neossolo Regolítico (C); Luvissoleto Crômico (D).

Sistemas integrados de produção lavoura-pecuária-floresta

Definição

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é uma estratégia de produção agropecuária que integra em uma mesma área, de forma consorciada ou em sucessão, atividades agrícolas, pecuárias e florestais (Figura 8). A integração desses diferentes componentes pode ocorrer em um mesmo ano agrícola ou em anos sucessivos (Balbino et al., 2011).

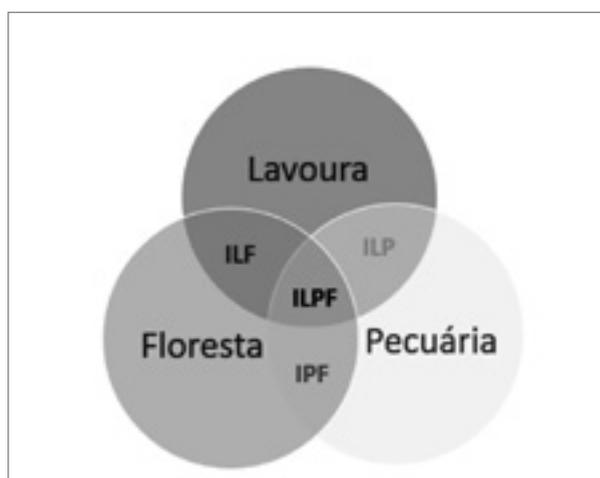


Figura 8. Esquema dos sistemas de integração.

Fonte: Adaptado de Balbino et al. (2011).

Vantagens dos emas ILPF

Devido aos efeitos sinérgicos de seus diferentes componentes, as estratégias de ILPF possibilitam as seguintes vantagens para o produtor rural e para o ambiente: diversificação e escalonamento de atividades na propriedade rural com possibilidade de produção de lavouras, pecuária e produtos madeireiros na mesma área, resultando na otimização do uso da mão de obra, diminuição dos riscos de frustração de safra e melhoria da renda, quando comparado com cultivos não integrados; melhoria do conforto animal, já que as árvores produzem sombra e diminuem a temperatura do ambiente, o que impacta positivamente na produtividade animal (Tucker et al., 2008; Porfírio-da-Silva et al., 2009); amortização dos custos de produção das espécies de ciclo mais longo (florestas) com o lucro obtido nas atividades de ciclo mais curto (lavoura e pecuária); melhoria da disponibilidade e qualidade de material vegetal para alimentação animal, especialmente nos períodos mais secos do ano; produção de madeira e outros produtos florestais; melhoria da fertilidade do solo e maior eficiência no aproveitamento dos nutrientes pelos vegetais devido à fixação biológica de N (FBN); aumento dos teores de matéria orgânica do solo; melhor aproveitamento de fertilizantes e intensificação da ciclagem de nutrientes (Sierra et al., 2002; Power et al., 2003); adequação de uso dos espaços rurais e recuperação ambiental com redução na emissão de gases de efeito estufa (Andrade et al., 2008; Porfírio-da-Silva et al., 2009; Soto-Pinto et al., 2010); aumento da infiltração da água da chuva no solo; controle de erosão; e recuperação de pastagens e geração de microclimas pela presença da cobertura florestal.

Estima-se que a presença de árvores integradas ao sistema de produção pode neutralizar a emissão de gases do efeito estufa oriunda dos rebanhos, em razão do carbono fixado na madeira (Porfírio-da-Silva et al., 2009; Schoeneberger, 2009; Müller et al., 2010; Balbino et al., 2011).

Planejamento e condução de sistemas ILPF

Os principais aspectos que merecem atenção no planejamento e condução de sistemas ILPF são: conhecer as necessidades do agricultor quanto aos produtos a serem gerados na fazenda; conhecer a disponibilidade de infraestrutura e de mão de obra na propriedade rural; conhecer a existência

de mercado consumidor para os produtos gerados na propriedade rural; selecionar espécies compatíveis com as condições climáticas e edáficas da propriedade rural; verificar a disponibilidade de sementes, mudas e insumos necessários à implantação do sistema; adotar métodos de preparo do solo conservacionistas, com mínimo revolvimento, de preferência uso da técnica de plantio direto, especialmente em áreas que apresentam forte restrição hídrica e solos frágeis; fazer a correção e a adubação do solo com base nos resultados da análise química; realizar o plantio das espécies vegetais na época correta, em função das condições climáticas da região (em geral, o plantio é realizado no início do período chuvoso); usar mudas e sementes de boa qualidade; realizar o controle de plantas invasoras, de pragas e de doenças. Aspectos morfológicos de solos frágeis e alternativas de manejo do solo com sistemas ILPF no agreste paraibano são ilustrados na Figura 9.

Sempre que possível, é importante incorporar ao sistema produtivo plantas herbáceas da família das leguminosas, como feijão-de-corda, feijão-de-arranca, feijão-guandu, fava, soja, feijão-de-porco, estilosantes, cro-talária, mucuna e calopogônio, e/ou plantas arbóreas/arbustivas, como sabiá, leucena e gliricídia (Figura 9C), entre outras. Essas plantas enriquecem o solo e a pastagem com o N proveniente da fixação biológica. Além disso, algumas dessas espécies, como gliricídia, leucena, feijão-guandu, estilosantes e calopogônio, podem ser usadas como fontes proteicas na alimentação animal. O uso de gramíneas em sistemas ILP é fundamental para a implantação de sistemas integrados, pois tem o propósito de gerar cobertura do solo (palhada) para o plantio subsequente da cultura anual e proporcionar aporte forrageiro, que poderá ser pastejado diretamente no campo ou ofertado aos animais na forma de feno – detalhes sobre as etapas para implantação e condução de sistemas ILP no Agreste nordestino são descritos por Pacheco et al. (2013) e Zonta et al. (2016). Aspecto do desenvolvimento de raízes de *Urochloa decumbens* em um Neossolo Regolítico, em sistema ILP, pode ser visualizado na Figura 9D. Adotar práticas conservacionistas do solo, tais como, cultivo em contorno, rotação de culturas e, quando necessário, terraceamento para o controle da erosão hídrica (Figuras 9E e 9F), também é fundamental para o sucesso do sistema, especialmente em função da ocorrência de solos frágeis e da restrição hídrica.

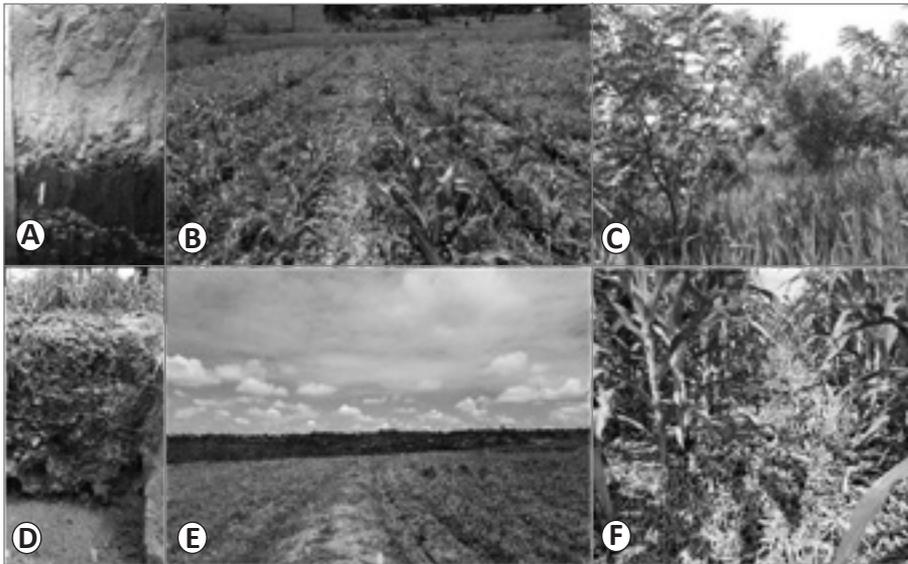


Figura 9. Planossolo Háplico, profundidade efetiva em 1 m (A); lavoura de milho em semeadura direta, sobre a palhada de *Urochloa decumbens*, sistema ILP (B); consórcio de *U. decumbens* com *Gliricidia sepium*, após 1,5 ano de implantação, sistema IPF no município de Alagoinha, PB (C); desenvolvimento de raízes (*U. decumbens*) em Neossolo Regolítico (D); cultivo de milho em nível, em área com terraço agrícola para armazenamento de água e controle da erosão hídrica (E); milho consorciado com feijão-guandu em plantio direto, em ensaios de ILP, no Agreste paraibano, Município de Lagoa Seca, PB (F).

Em geral, o uso de sistemas integrados exerce influência positiva em atributos de solo e ambiente, por proporcionar cobertura vegetal de forma diversificada, com sistemas radiculares distintos, referentes aos componentes arbóreos (florestais), culturas anuais (lavoura) e da pastagem, além de incluir o componente animal (pecuária). A altura de pastejo deve ser controlada para evitar compactação excessiva do solo pelo pisoteio animal. O aumento da cobertura vegetal na área promove a interceptação de água da chuva, evitando o impacto direto sobre a superfície do solo, o que contribui para o controle da erosão e para a regularização dos fluxos hídricos. Em relação aos atributos físicos, os efeitos sinérgicos tendem a ocorrer ao longo do tempo e dependem do manejo adequado da área, com reflexo positivo, especialmente na estrutura do solo, devido ao aporte de matéria orgânica de forma contínua, favorecendo o condicionamento químico do solo, a redução da emissão de gases do efeito estufa, o aumento da disponibilidade de água

e de nutrientes e, em alguns casos, a redução dos custos com adubação nitrogenada na pastagem, em função da fixação biológica de N via leguminosas arbóreas, a exemplo da gliricídia (*Gliricidia sepium*) e do sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*), normalmente conduzidas em sistema silvipastoril (Rangel et al., 2015) (Figura 10).



Fotos: José Henrique de A. Rangel

Figura 10. *Urochloa brizantha-gliricídia* em pastejo rotacionado: 1º dia de pastejo (A); 6º dia de pastejo (B), em Nossa Senhora das Dores, SE.

Nesses consórcios, a transferência do N fixado pelas leguminosas para a pastagem de gramínea se faz de maneira indireta, por meio da senescência, morte e incorporação natural ao solo de folhas, ramos e, principalmente, de raízes das leguminosas. Rangel et al. (2015), ao testarem o efeito de doses de N ou do consórcio com a gliricídia em uma pastagem de *U. brizantha*, observaram que o teor de proteína bruta do pasto consorciado (9,6%) foi semelhante ao da pastagem em monocultivo e fertilizada com 400 kg ha⁻¹ano⁻¹ de ureia (10,1%). No mesmo ensaio, o N total na camada de 0 cm a 5 cm do solo no pasto consorciado com a gliricídia (1,36 g kg⁻¹) foi igual à aplicação de 400 kg ha⁻¹ de ureia (1,31 g kg⁻¹) e superior ao encontrado no solo da pastagem em monocultivo e sem fertilização nitrogenada (1,20 g kg⁻¹) (Ramos, 2013).

O desempenho produtivo dos animais nesse ensaio foi analisado durante 4 anos (2008 a 2011). O ganho de peso médio individual dos animais cresceu linearmente com o aumento das doses de N, alcançando produções máximas de 3,1 @ ano⁻¹, 1,9 @ ano⁻¹ e 5,0 @ ano⁻¹ com a dose de 240 kg N ha⁻¹, respectivamente, nas estações das águas, da seca e total. Nesse mesmo período, o ganho individual dos animais no tratamento consorciado foi de 3,4 @ ano⁻¹, 2,9 @ ano⁻¹ e 6,3 @ ano⁻¹, respectivamente, nas estações das águas, da seca e total (Tabela 1). Considerando que as cargas animais eram ajustadas de acordo com a disponibilidade de forragem em cada tratamento, os maiores ganhos nos tratamentos fertilizados com N podem ser compu-

tados para uma melhor qualidade nutricional da forragem, principalmente quanto à proteína bruta. No tratamento consorciado, além de um maior teor de proteína bruta da gramínea, favorecido pela transferência do N fixado pela gliricídia, o consumo de folhas e ramos finos da leguminosa, com média de 18% de proteína bruta, enriqueceu substancialmente a dieta animal (Araújo, 2014).

Tabela 1. Ganho médio, por ano, de peso de bovinos nas estações das águas, da seca e total, no período de 2008 a 2011, em sistema de monocultivo de *Urochloa brizantha* fertilizada com diferentes doses de nitrogênio (N) e em sistema de integração pecuária-floresta (IPF) com *Gliricidia sepium* sem fertilização nitrogenada.

Dose de N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Estação das águas		Estação da seca		Total	
	Ganho por cabeça					
	kg	@	kg	@	kg	@
Sistema de monocultivo						
0	57d	1,9d	10e	0,3e	67e	2,2e
80	62d	2,1d	24d	0,8d	86d	2,9d
160	74c	2,5c	40c	1,3c	114c	3,8c
240	92b	3,1b	56b	1,9b	148b	5,0b
Sistema IPF						
	103a	3,4a	87a	2,9a	190a	6,3a

*Médias em uma mesma coluna, seguidas da mesma letra, não diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Adaptado de Araujo (2014).

Em relação ao ganho de peso por área, ocorreu aumento de peso até a dose de 160 kg ha⁻¹ de N na estação das águas (Tabela 2), e o ganho no sistema consorciado foi estatisticamente semelhante ao dessa dose. Na estação da seca, os ganhos voltaram a aumentar até a dose máxima aplicada de N, enquanto no tratamento consorciado o ganho foi o dobro do observado com a dose máxima de N. Fato a ser ressaltado nesses dados é o potencial desse sistema de consorciação com a gliricídia de manter uma regularidade de ganho de peso dos animais durante todo o ano, independentemente das condições de suficiência ou deficit hídrico no solo.

Tabela 2. Ganho médio, por ano, de peso por hectare de bovinos nas estações das águas e da seca, no período de 2008 a 2011, em sistema de monocultivo de *Urochloa brizantha* cultivar Marandu fertilizada com diferentes doses de nitrogênio (N) e em sistema de integração pecuária-floresta (IPF) com *Gliciridia sepium* sem fertilização nitrogenada.

Dose de N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	Estação das águas		Estação da seca		Total	
	Ganho por hectare					
	kg	@	kg	@	kg	@
Sistema de monocultivo						
0	204c	6,8c	86d	2,9d	290d	9,7d
80	339b	11,3b	107c	3,6c	446c	14,9c
160	388a	12,9a	115c	3,8c	503b	16,7b
240	350b	11,7b	147b	4,9b	497b	16,6b
Sistema IPF						
	381a	12,7a	304a	10,2a	685a	22,9a

*Médias em uma mesma coluna, seguidas da mesma letra, não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Adaptado de Araujo (2014).

Uma experiência exitosa de sistema de ILF é a implantada na Ovinocultura Pina, no município de Estância, SE. Nesse sistema, a gliricídia é cultivada em sistema adensado de 20 mil plantas por hectare sob a copa de um coqueiral, em um Neossolo Quartzarênico da Baixada Litorânea (Figura 11). A gliricídia representa o componente agrícola e o coqueiro, o componente arbóreo. O sistema já existe há mais de 8 anos, com uma produção anual de 20 t de forragem de folhas e ramos finos de gliricídia, que compõem 30% da dieta volumosa de cordeiros (Rangel et al., 2015).

Nessa mesma propriedade, no mesmo tipo de solo, funciona um sistema de IPF. O capim-massai (*Megathyrsus maximum* cultivar Massai), também cultivado sob a copa de coqueiros, é pastejado por ovinos em esquema de lotação rotacionada (Figura 12).



Foto: José Henrique de Albuquerque Rangel

Figura 11. Sistema de integração lavoura-floresta com gliricídia cultivada sob coqueiral, em Estância, SE.



Foto: José Henrique de Albuquerque Rangel

Figura 12. Sistema de integração pecuária-floresta com capim-massai sob coqueiral, em Estância, SE.

Desafios e cuidados na implantação e manejo de sistemas ILPF

Um dos primeiros aspectos que devem ser levados em consideração são as condições edafoclimáticas do local onde se pretende implantar o sistema. Para isso, deve-se recorrer às informações de solo e de clima disponíveis, a exemplo de zoneamentos agrícolas e agroecológicos, para subsidiar a seleção de espécies adaptadas ao tipo de solo e de clima da região de interesse; e realizar o planejamento de implantação, para que o plantio coincida com o período chuvoso indicado para a região.

Poderá haver dificuldades no estabelecimento de mudas das espécies arbóreas no campo, principalmente nas regiões mais secas e em anos de baixa precipitação pluvial, requerendo, por vezes, irrigação de “salvação” na implantação do sistema.

Em sistemas com a presença do componente florestal, os animais não podem acessar a área nos primeiros anos de crescimento das espécies arbóreas. Por isso, com o objetivo de otimizar o uso da terra nesse período, em que ainda não é possível fazer a introdução de animais no sistema, preconiza-se o cultivo de lavouras anuais ou pastagem (cobertura do solo) consorciadas com as mudas nos 2 a 3 primeiros anos de sua implantação.

A presença de espécies arbóreas no sistema gera restrições no emprego da tração animal e mecanizada por ocasião dos tratos culturais. Para

planejar e adequar o espaçamento e a densidade de plantio, normalmente recomenda-se o uso de até 250 plantas por hectare, as quais devem ser plantadas em fileiras simples, dupla ou tripla, com distância entre os renques de, no mínimo, 15 m, para evitar sombreamento excessivo na pastagem ou na lavoura. Em condições de terreno com declive, os renques das espécies arbóreas devem ser alocados nas curvas de nível do terreno. Na ausência de declividade, os renques devem ser dispostos na direção leste-oeste para reduzir o sombreamento da espécie florestal.

Dependendo da localização da propriedade rural, pode haver dificuldade na disponibilidade de mudas, sementes e outros insumos no mercado local (Müller et al., 2010; Balbino et al., 2011).

Considerações finais

A tecnologia relacionada à ILPF tem por princípio a diversificação de renda na propriedade, harmonizando aspectos sociais, econômicos e ambientais.

O uso da terra deve basear-se nos princípios de conservação do solo e da água, respeitando a aptidão agrícola das terras e sua capacidade de uso, tratando cada classe de solo de acordo com suas aptidões e especificidades.

Na região da Zona da Mata nordestina, já existem áreas conduzidas em ILPF com resultados promissores. No entanto ainda é necessário fazer avaliações continuadas para geração de indicadores técnicos de ordens social, econômica e ambiental mais precisos, visando ao aumento da adoção dos sistemas.

Na região do Agreste, predominam solos mais rasos, portanto as ações para implantação de sistemas integrados precisam ser desenvolvidas e adaptadas com cautela, devido à maior restrição hídrica e às restrições físicas de boa parte dos seus solos.

A técnica deve ser adaptada para cada condição edafoclimática e perfil do arranjo produtivo local.

Agradecimentos

Os autores agradecem às instituições de fomento: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, rede ILPF, Embrapa, Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Secretaria de Estado do Desenvolvimento da Agropecuária e da Pesca da Paraíba e núcleos estaduais do Programa ABC; às organizações estaduais de pesquisa agropecuária: Instituto Agrônomo de Pernambuco e Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária do Estado da Paraíba; ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba; e ao proprietário da Ovinocultura Pina, Sr. Joseval Pina. Ao pesquisador da Embrapa Ademir Barros da Silva (in memoriam) pela sua colaboração e atuação na área de manejo e conservação de solos da região Nordeste, um entusiasta dos sistemas ILPF.

Referências

- AGUIAR, M. de J. N. (coord.). **Atlas climatológico do Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical; Recife: Embrapa Solos - UEP Recife; Campina Grande: UFCG, 2003. 1 CD-ROM.
- ANDRADE, H. J.; BROOK, R.; IBRAHIM, M. Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral systems with native timber species in the dry lowlands of Costa Rica. **Plant and Soil**, v. 308, n.1-2, p. 11-22, July 2008. DOI: 10.1007/s11104-008-9600-x.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropico brasileiro. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. v. 8, p. 325-380.
- ARAÚJO FILHO, J. C. de; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B. da; MEDEIROS, L. A. R.; MELO FILHO, H. F. R. de; PARAHYBA, R. da B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, F. B. R. e; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUSA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; LUZ, L. R. Q. P. da; LIMA, P. C. de; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. **Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 378 p. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa, 11).
- ARAÚJO, H. R. de. **Potencial da gliricídia em consorciação com capim marandu em substituição a adubação nitrogenada**. 2014. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (ed.). **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130 p. Edição bilíngue: português e inglês.

BELL, L. W.; MOORE, A. D. Integrated crop-livestock systems in Australian agriculture: trends, drivers and implications. **Agricultural Systems**, v. 111, p. 1-12, Sept. 2012. DOI: 10.1016/j.agsy.2012.04.003.

CUNHA, T. J. F.; PETRERE, V. G.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; MELO, R. F. de; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SILVA, M. S. L. da; ALVAREZ, I. A. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 2, p. 50-87.

ILPF em números. [Sinop, MT: Embrapa, 2016]. 12 p. 1 Folder. ILPF em núm3r05.

IBGE. **Divisão regional do Brasil**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int.shtm?c=1. Acesso em: 14 abr. 2017.

IBGE. **Mapa de biomas e de vegetação**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>. Acesso em: 14 abr. 2017.

KER, J. C. **Pedologia: fundamentos**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. 343 p.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. (ed.). **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 170 p.

MENDONÇA, E. de S.; FERNANDES, R. B. A. Manejo e conservação do solo no contexto dos serviços ambientais. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de. (org.). **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 255-277.

MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; LUSTOSA, S. C.; COSTA, S. E. V. G. A.; KUNRATH, T. R. Crop-livestock integration in Brazilian subtropics II. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2012, Porto Alegre. **Proceedings...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012. 1 CD ROM.

MULLER, M. D.; BRIGHENTI, A. M.; PACIULLO, D. S. C.; MARTINS, C. E.; CASTRO, C. R. T. de. **Cuidados para o estabelecimento de árvores em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2010. 8 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 101).

PACHECO, E. P.; MARTINS, C. R.; BARROS, I. de. **Viabilidade econômica do sistema plantio direto de milho consorciado com forrageiras, no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 132).

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MEDRADO, M. J. S.; NICODEMO, M. L. F.; DERETI, R. M. **Arborização de pastagens com espécies florestais madeireiras: implantação e manejo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 48 p.

POWER, I. L.; THORROLD, B. S.; BALKS, M. R. Soil properties and nitrogen availability in silvo-pastoral plantings of *Acacia melanoxylon* in North Island, New Zealand. **Agroforestry Systems**, v. 57, n. 3, p. 225-237, Apr. 2003. DOI: 10.1023/A:1024838311287.

RAMOS, L. S. **Eficiência de um sistema silvipastoril em substituição à adubação nitrogenada e a sua relação com a dinâmica da matéria orgânica em solo distrocoeso**. 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ecossistemas) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de Sergipe.

RANGEL, J. H. de A.; MUNIZ, E. N.; AMORIM, J. R. A. de; NOGUEIRA JUNIOR, L. R.; SOUZA, S. F. de; MORAES, S. A. de; AMARAL, A. J. do; PIMENTEL, J. C. M.; SA, C. O. de. **Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) indicados para a região Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 10 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 160).

RESENDE, M.; CURTI, N.; REZENDE, S. B. de; CORRÊA, G. F. **Pedologia**: base para distinção de ambientes. 5. ed. rev. Lavras: Ed. da UFLA, 2007. 322 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SCHOENEBERGER, M. M. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. **Agroforestry Systems**, v. 75, n. 1, p. 27-37, Jan. 2009. DOI: 10.1007/s10457-008-9123-8.

SIERRA, J.; DULORMNE, M.; DESFONTAINES, L. Soil nitrogen as affected by *Gliricidia sepium* in a silvopastoral system in Guadeloupe, French Antilles. **Agroforestry Systems**, v. 54, n. 2, p. 87-97, Apr. 2002. DOI: 10.1023/A:1015025401946.

SILVA, F. B. R. e; SANTOS, J. C. P. dos; SILVA, A. B. da; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B. da; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. da B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B. de; SOUSA NETO, N. C. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P. da; LEITE, A. L.; SOUZA, L. de G. M. C.; SILVA, C. P. da; VAREJÃO-SILVA, M. A.; BARROS, A. H. C. **Zoneamento agroecológico do Estado de Pernambuco**. Recife: Embrapa Solos-UEP Recife: Governo do Estado de Pernambuco, Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária, 2001. 1 CD ROM. (Embrapa Solos-UEP Recife. Documentos, 35).

SOTO-PINTO, L.; ANZUETO, M.; MENDOZA, J.; JIMENEZ FERRER, G.; JONG, B. de. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. **Agroforestry Systems**, v. 78, p. 39-51, Jan. 2010. DOI: 10.1007/s10457-009-9247-5.

TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based pasture system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, n. 2-4, p. 141-154, 2008. DOI: 10.1016/j.applanim.2007.03.015.

ZONTA, J. H.; SOFIATTI, V.; SILVA, O. R. R. F.; RAMOS, E. N.; BARBOSA, H. F.; CORDEIRO JUNIOR, A. F.; LIRA, A. J. S. **Sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) para a Região Agreste do Nordeste**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2016. 26 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 266).