

PRÁTICAS AGROECOLÓGICAS PARA ENFRENTAR RISCOS NA AGROPECUÁRIA DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Alineaurea Florentino Silva¹

Introdução

A semiaridez é uma situação climática natural que ocorre em parte do território brasileiro e se trata de uma condição anômala, que não se insere na zonalidade geográfica convencional. Um dos aspectos mais relevantes dos espaços geográficos semiáridos, particularmente no território brasileiro, é constituído pelos eventos de seca, que, em algumas ocasiões, assumem um caráter que pode ser inserido na categoria de eventos extremos climáticos, constituindo risco para a população e a biodiversidade regionais. Esses eventos não somente fragilizam os sistemas biológicos presentes no universo territorial desses espaços de déficit hídrico anual, mas também vulnerabilizam toda uma gama de domínios culturais e históricos pertencentes a esse espaço.

A produção agropecuária brasileira é por natureza rica e altamente biodiversa, além de desempenhar um papel de destaque na economia nacional. De norte a sul do país, usufrue-se de alimentos sazonais ou não sazonais durante o ano que suprem, pelo menos teoricamente, as necessidades humanas, desde as mais básicas até as mais sofisticadas, extraindo da terra *comodities* que vão do trigo ao vinho, do umbu até o mirtilo, do peito de peru até a manta caprina². A região semiárida é responsável por parte significativa do rebanho caprino que fornece leite e derivados, sendo a criação de animais uma das aptidões naturais desse espaço geográfico.

Apesar de toda riqueza existente no país e na região semiárida, em particular, a seca constitui um fenômeno que inspira maiores cuidados com o universo ecológico produtivo, sob pena de se perder parte significativa de um bioma exclusivamente brasileiro, a Caatinga. É exatamente nessa circunstância que se faz necessário lançar mão de ações que possam manter a produção demandada para alimentar seres humanos e animais sem depreciar a riqueza da vegetação ou a saúde do solo. Essas ações podem ser conhecidas como práticas agroecológicas e fazem parte de uma série de mecanismos eficazes para produzir alimentos de forma menos impactante ao ambiente, resgatando aspectos culturais e sociais que permitam a convivência com a seca e com os riscos que ela pode oferecer.

¹ Engenheira Agrônoma, Mestre em Fitotecnia, Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pesquisadora da Embrapa Semiárido, professora permanente do Programa Nacional em Rede em Ensino de Ciências Ambientais da Universidade Federal de Pernambuco (Profciamb/UFPE) e do Programa de Pós-Graduação em Extensão Rural da Universidade Federal do Vale do São Francisco (PPGExR/UNIVASF), E-mail: alineaurea.silva@embrapa.br.

Sem o intuito de esgotar todas as práticas agroecológicas existentes e disponíveis, o presente capítulo foi elaborado com alguns princípios que norteiam a escolha dessas práticas, bem como algumas experiências que por si só revelam os desafios e frustrações que podem ocorrer quando não são observadas as características norteadoras de cada local onde existe o potencial produtivo a ser explorado.

1 O Semiárido Brasileiro³

O semiárido brasileiro, em seus diversos aspectos, vem sendo estudado e referido há mais de um século. O engenheiro e escritor Euclides da Cunha, já em 1901, na célebre obra da Literatura brasileira “Os Sertões”, abordou o tema, immortalizando-o.

As condições estruturais da terra lá se vincularam à violência máxima dos agentes exteriores para o desenho de relevos estupendos. O regime torrencial dos climas excessivos, sobrevindo, de súbito, depois das insolações demoradas, e embatendo naqueles pendores, expôs há muito, arrebatando-lhes para longe todos os elementos degradados, as séries mais antigas daqueles últimos rebentos das montanhas: todas as variedades cristalinas, e os quartzitos ásperos, e as filades e calcários, revezando-se ou entrelaçando-se, repontando duramente a cada passo, mal cobertos por uma flora tolhiça — dispondo-se em cenários em que ressalta predominante, o aspecto atormentado das paisagens. (CUNHA, 2012, p. 27).

A semiaridez do Nordeste brasileiro constitui uma excepcionalidade. Os parâmetros geográficos que acabam determinando as condições climáticas de uma região, quais sejam a posição astronômica da localidade, o relevo modesto, em sua altimetria e a proximidade relativa de uma massa oceânica quente deveriam determinar uma climatologia nordestina que se assemelharia àquela que se observa na Amazônia superúmida. Mas não é isso que se verifica, rompendo, assim, com os ditames do que se conhece como zonalidade geográfica, definindo-se, portanto, uma nítida azonalidade climática, quando se instalou um amplo bolsão de semiaridez (domínio do clima BSh e suas variantes) no saliente nordestino do país.

A dinâmica climática dos espaços semiáridos, especialmente no Sertão Pernambucano, reveste-se de uma particular importância, pois encerra um elevado grau de complexidade, decorrente da interação de sistemas atmosféricos originados em áreas remotas e qualitativamente diferentes (JATOBÁ *et al.*, 2017). A anomalia climática que é o bolsão semiárido referido é a projeção de um ar de altas pressões, estável e seco originado sobre a parte oceânica fria (corrente de Benguela) no Atlântico sul e a faixa desértica instalada há milhares de anos sobre o sudoeste africano (Kalahari e deserto da Namíbia).

Andrade (1972) analisou, pioneiramente, com mais profundidade, essa projeção do ar do Kalahari sobre o Nordeste brasileiro e o centro de altas pressões subtropicais do Atlântico Sul, em especial o seu setor oriental. Assim, de acordo com essa hipótese que, atualmente, comprova-se com a utilização de recursos tecnológicos modernos, como por exemplo as imagens de satélite, o semiárido brasileiro resulta da instalação desse sistema atmosférico durante a maior parte do ano, com baixo teor de umidade relativa do ar e um nível altimétrico muito baixo da camada de inversão dos alísios (*apud* JATOBÁ *et al.*, 2017).

O Semiárido brasileiro é definido, cartograficamente, pela isoietal de 800mm/ano ou menos, acrescentando-se o índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (Figura 1). Atualmente, o Semiárido brasileiro é composto

por 1.262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2017). As áreas de menor pluviosidade no espaço de déficit hídrico do Nordeste brasileiro localizam-se exatamente nas áreas topograficamente deprimidas, num compartimento regional designado com Depressão Sertaneja ou Depressão Interplanáltica semiárida. São áreas que ficam a sotavento de maciços e cristas residuais, resguardadas, portanto, dos fluxos de ar subúmidos e até úmidos.

Essas áreas deprimidas no Agreste e Sertões do Nordeste brasileiro são preferenciais para as secas, que, muitas vezes, assumem um caráter catastrófico. Esses períodos de eventos extremos de déficit hídrico são de grande complexidade, haja vista que encerram a interação entre diversos fatores, alguns até cósmicos.

Há uma correlação entre períodos de intensa atividade solar (épocas em que se multiplicam por anos o número de manchas solares) e extrema irregularidade pluviométrica nessas áreas mencionadas. Esse fato, aliás, já havia sido objeto de especulação científica por parte de Ferraz (1929), Andrade e Lins (2001), Jatobá, Silva e Lins (2020), entre outros. Atualmente, constata-se essa correlação geográfica, a partir do exame de imagens do Sol, identificação dos ciclos de alta atividade solar e secas no Nordeste brasileiro.



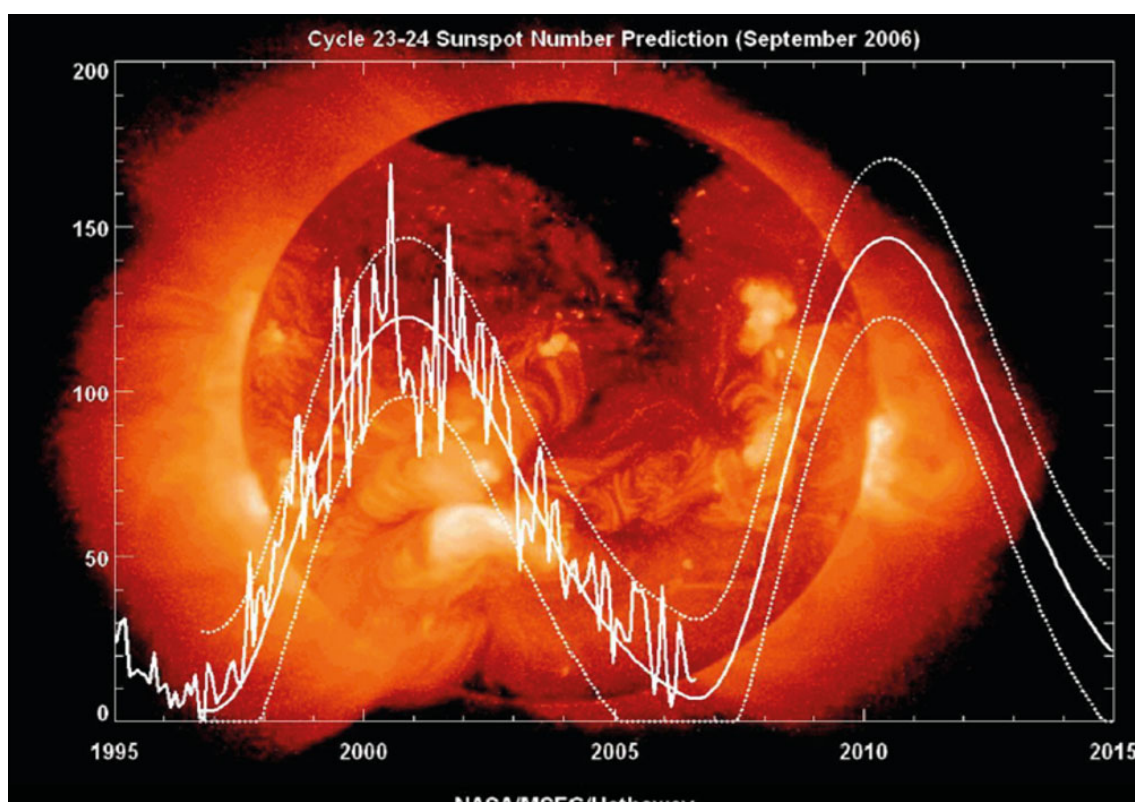
Fonte: IBGE (2018).

Figura 1. Delimitação do Semiárido brasileiro.

Verificam-se, na Figura 2, ciclos de manchas solares (máxima atividade solar) e a instalação de secas correlativas. A partir de 2011, teve início uma intensa seca no Nordeste brasileiro, exatamente no momento em que um maior número de manchas solares (*sun spots*) ocorreram. Os efeitos sobre a economia e a sociedade nordestinas foram muito expressivos por ocasião desse último ciclo solar. Um levantamento sobre as grandes secas desde o século XVII mostrou que estas ocorreram nos anos em que as manchas solares estavam intensas, tais como as de 1710, 1711, 1721 a 1726, no

século 18, ou nos anos 1877, 1878, 1879 no século 19, ou como em 1990, 1991, 1992 no século 20 (SILVA *et al*, 2010).

Uma outra correlação diz respeito à instalação de uma ampla anomalia térmica da superfície marinha positiva, verificada no Pacífico Equatorial, designada como fenômeno “El Niño”. Esse fenômeno, que apresenta repercussões hemisféricas, implica numa subsidência do ar sobre o saliente nordestino (Célula de Walker), gerando mais estabilidade do ar atmosférico regional, impedindo o desenvolvimento vertical de nuvens e bloqueando, em certo sentido, a migração do sistema atmosférico conhecido como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Esse impedimento da migração meridional da ZCIT altera sobremaneira o período de chuvas de verão retardadas para outono que tão bem caracteriza um dos mais importantes regimes de chuvas do semiárido da Região Nordeste do país.



Fonte: Imagem apresentada por Luiz Carlos Molion em conferência proferida na UFPE, no ano de 2004.

Figura 2. Ciclos de atividade solar entre os anos 1995 e 2015.

Mas não cessam aí as complexas relações entre fatores geográficos e a circulação atmosférica. Anomalias térmicas da superfície marinha no Atlântico Norte e no Atlântico Sul são capazes de exercer um impressionante poder de alteração da circulação atmosférica regional com reflexos na definição de secas mais ou menos severas. Há anos em que, a partir da primavera e sobretudo no verão, o Atlântico sul se mostra mais frio e o Atlântico norte mais quente. Com esse quadro, as secas serão severas na região, pois a migração meridional da ZCIT não se faz enérgica e frustra assim as chuvas convectivas de verão-outono no Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas.

A história geológica do Brasil, em especial durante o Quaternário, é marcada por intensos e prolongados períodos de seca, que repercutiram devastadoramente sobre o Nordeste. Esse fato verificou-se intensamente ao longo das fases glaciais do Pleistoceno, com particular intensidade ao longo do Máximo Glacial, há aproximadamente 18.000 anos A.P.

1.1 Adversidades e riscos numa região com semiaridez

Exaustivamente estudado nos últimos 30 anos, o Semiárido brasileiro passou a constar em numerosos documentos, dissertações e teses orientadas e produzidas em diversas universidades do Nordeste brasileiro. A influência das condições climáticas sobre o comportamento de plantas e animais foi tema intensamente explorado, e inúmeras informações foram encontradas e sistematizadas.

Não se tem dúvida de que o clima semiárido reproduz um estresse que deprecia sobremaneira os sistemas de produção de alimentos, porém a forma que esse estresse atua e como fazer para minimizar os efeitos ainda vai exigir dos pesquisadores muitas horas de trabalho. A dinâmica da temperatura sobre a superfície do solo e nas suas primeiras camadas, com a chegada de um pouco de chuva, por exemplo 5mm, é algo impressionante. A temperatura alta nas regiões semiáridas nem sempre pode ser atenuada com pequenas quantidades de chuva, porém essas poucas gotas de água podem interferir em processos que trarão alterações enormes no sistema de produção do semiárido, como decomposição de folhas fenadas na superfície que seriam forragem para os animais ou apodrecimento de raízes, como a de mandioca, que ficam em repouso na seca mas com o contato com pequena quantidade de água desencadeiam processo de deterioração microbiana ou enzimática, causando perdas de grande parte de seus tecidos ricos em amido.

A perda de safras por conta de apodrecimento de raízes (no caso de culturas tuberosas) ou a decomposição acelerada da cobertura vegetal morta são algumas das consequências dessas chuvas escassas. A morte das raízes incorre na redução de alimento, forragem para os animais e renda da família, enquanto que a decomposição da cobertura vegetal morta também destrói material fenado que estava em campo e seria aproveitado pelos animais. Em ambos os casos, o incremento de matéria orgânica pode favorecer o solo local, porém o agricultor não contava com essa perda e, sem se preparar com mais forragem armazenada, pode sofrer em demasia com o risco que o déficit de chuvas traz nas áreas secas, como detalhado acima.

A adversidade climática do semiárido reproduz em vários segmentos dos agroecossistemas modelos de depreciação biológica, tanto na vegetação quanto no solo, suprimindo alguns dos microrganismos que fazem parte da vida desse ambiente onde desenvolvem-se as raízes. As raízes constituem o principal órgão de absorção de água e nutrientes das plantas e por vezes tornam-se excessivamente danificadas pelos ciclos constantes de umedecimento e secagem ocasionados pelas condições climáticas contrastantes próprias do semiárido.

Associando-se às adversidades climáticas temos os riscos provenientes desse ciclo irregular de chuvas. Sem o uso de água suplementar é quase impossível prever uma colheita regular. Por outro lado, a irrigação carrega consigo outros impactos que podem ser transformados em riscos significativos para o homem do campo.

A Figura 3 ilustra a condição de déficit hídrico na comunidade Vira Beiju, zona rural do município de Petrolina. Essa comunidade depende da produção de mandioca para movimentação das pequenas fábricas de farinha. Além do déficit hídrico claramente exposto no solo, a temperatura nestes locais alcança marcas superiores a 50°C na superfície, trazendo prejuízos para quem depende da produção de alimentos nesses espaços. É importante notar que nas áreas de solo descoberto as temperaturas se mantêm muito mais altas, fato que justifica como importantíssimo o uso da cobertura vegetal sobre o solo, seja na forma de *mulch* ou mesmo na forma de cultivos simultâneos, como será visto adiante.

As condições climáticas adversas ilustradas acima promovem riscos diversos, não apenas o de frustração de safras, reduzindo a renda dos produtores e sua própria condição alimentar, como também os riscos ambientais, visíveis nos espaços do

semiárido onde a ação antrópica ocorre de forma irregular e descontrolada. Os processos de degradação podem se instalar com maior intensidade nas regiões de clima semiárido (SÁ *et al.*, 2010), tendo em vista as diversas características de solo, de clima e de vegetação, quando reunidas às demandas pela sobrevivência da população, que podem causar impactos principalmente ambientais e econômicos.



Foto: Leonardo Wilker.

Figura 3. Observação da temperatura do solo na comunidade Vira Beiju, Petrolina-PE, no ano 2014.

Parte dos impactos ambientais causados por riscos climáticos na região semiárida são visíveis nas paisagem e desdobram-se sutilmente na destruição da biodiversidade, na menor disponibilidade de recursos hídricos, assoreamento de fontes hídricas, como rios e reservatórios, na perda de características físicas e químicas benéficas dos solos, desencadeando processo de redução do potencial biológico da terra e por fim da produtividade agrícola. Na Figura 4 estão ilustradas as condições climáticas no semiárido e algumas ações impactantes que denotam claramente a fragilidade desse Agroecossistema e a necessidade de medidas de proteção e preservação.



Fonte: a autora.

Figura 4. Condições climáticas e ações impactantes no semiárido nordestino.

É possível minimizar os riscos e evitar a ampliação das áreas degradadas no Semiárido brasileiro. Segundo Sá *et al.*, (2010), diversas medidas podem ser tomadas para minimizar os riscos de degradação da região, dentre elas temos algumas que têm forte alinhamento com as práticas agroecológicas, tais como:

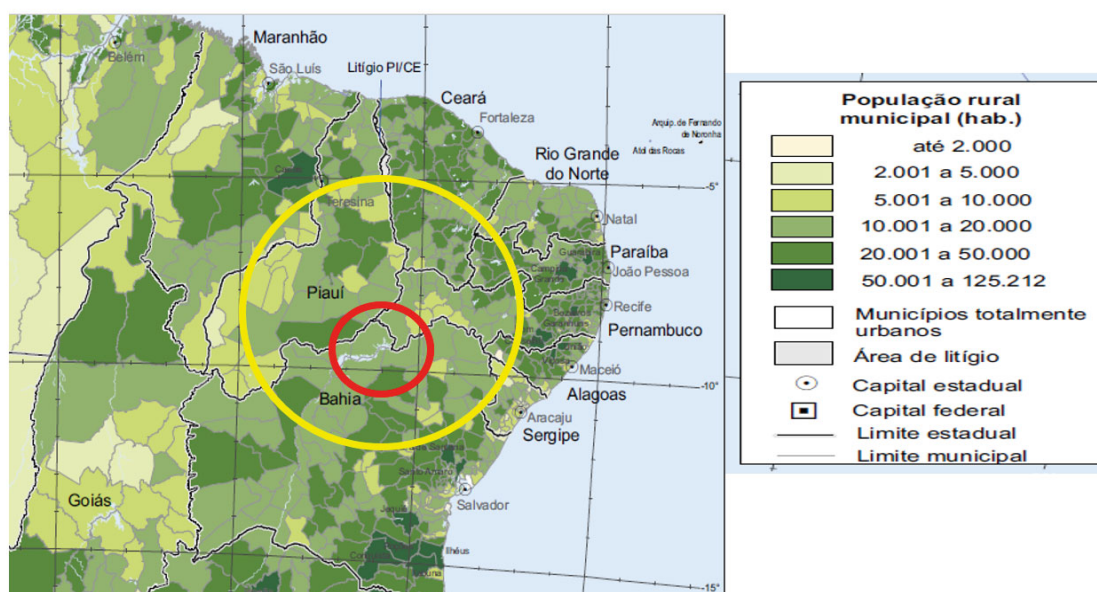
- ✓ Capacitação de recursos humanos especializados em gestão de recursos naturais para convivência com as especificidades de áreas degradadas ou em processo de desertificação;
- ✓ Educação ambiental visando à efetiva disseminação de conhecimentos e práticas que contribuam para recuperar as áreas desertificadas;
- ✓ Identificação e adoção de mecanismos que permitam a inibição de atividades predatórias e a efetividade de propostas de reposição florestal por parte dos atores sociais e indústrias consumidoras de lenha e carvão;
- ✓ Proposição de incentivos para a implantação de sistemas agroflorestais e de manejo adequado das atividades agropecuárias para não se intensificar o processo de desertificação;
- ✓ Promoção de iniciativas voltadas para a criação de bancos de sementes e viveiros para a produção de sementes e mudas de espécies nativas, visando o estabelecimento de ações de enriquecimento e recuperação de áreas degradadas;
- ✓ Desenvolvimento de apicultura com o objetivo de aproveitar a existência de flora melífera nativa, criando uma nova alternativa de renda para as comunidades;

Observa-se claramente que nas medidas propostas por Sá *et al.*, (2010), para minimizar os efeitos da degradação inerentes ao risco climático no semiárido, foi indicado como prioritário o cuidado com o ser humano, elemento central num processo de transição agroecológica. E é a partir desse ser humano que se pode pensar em reduzir impactos ambientais e conviver com a semiaridez com mais dignidade. Assim, é importante compreender as condições ambientais, bem como as necessidades desse ser humano, fazendo-o entender o poder que tem em suas mãos para inibir processos sérios de degradação.

1.2 Água e alimento para homens e animais no semiárido brasileiro

As necessidades humanas para sobrevivência, em qualquer parte do mundo, está intrinsicamente ligada inicialmente à oferta de alimentos e à obtenção de renda. Sem vagas de emprego ou oportunidades de trabalho mais seguro, o povo do semiárido viveu anos com baixo índice de crescimento populacional. As atividades lucrativas resumiam-se à criação de gado, pele, couro e transformação de alguns alimentos cultivados por vezes em áreas denominadas de vazantes, que apareciam quando ocorria cheia dos rios ou acúmulo em reservatórios. Nem se pensou em cuidar dos riscos ambientais nem minimizar impactos que pudessem ser causados pela busca de sobrevivência nas condições inóspitas do semiárido. Com o advento da irrigação, ocorrido desde a década de 1970, a instalação de estabelecimentos de ensino, saúde, comércio e indústrias de uma forma geral permitiu a oferta de empregos crescer exponencialmente na região, principalmente no Pólo compreendido entre os municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA.

Dados do IBGE apontam para um crescimento bastante intenso da população rural no centro do semiárido brasileiro nas últimas décadas, como mostram os mapas a seguir (Figura 5 e Figura 6), recortados com destaque para os anos 1940 e 2010. Nota-se claramente que a população no que chamamos de “coração do semiárido” tinha uma frequência de 10 a 20 mil habitantes na década de 1940, enquanto que no ano 2010 passou para o patamar de até 240 mil habitantes, principalmente nas áreas próximas a barragem de Sobradinho, um grande lago que permitiu a instalação no local dos perímetros irrigados.



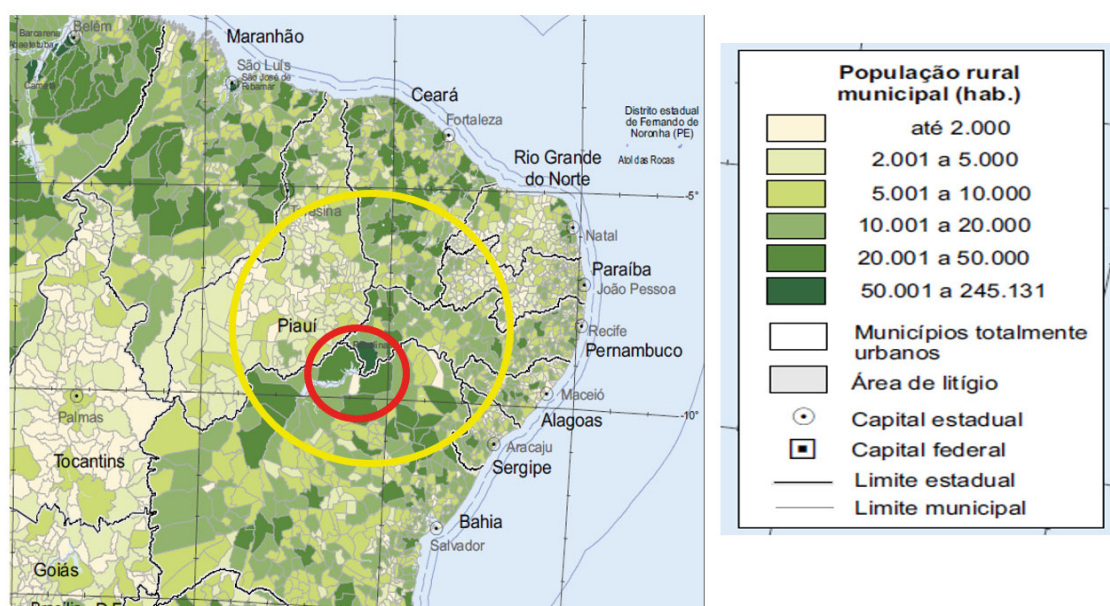
Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Figura 5. Evolução da população rural no Brasil (ano 1940).

É importante salientar que as terras banhadas pelas águas do Rio São Francisco têm uma resposta produtiva eficiente para cultivos irrigados, principalmente nos primeiros anos de plantio. A tão sonhada água que faltava para o sertanejo submetido ao risco da seca chegou generosamente com a irrigação, porém o solo, os vegetais e o homem ainda eram os que sofriam com a escassez hídrica de outrora. Isso ocasionou um choque cultural perceptível para todos, acostumados a pouca ou nenhuma água, falta de alimentos, falta de empregos, pouco ou nenhum contato com o meio externo, cidades ou estados. Era comum presenciar famílias com fortes laços consanguíneos, fruto de casamentos entre

parentes próximos, até primos em segundo grau, por exemplo. Para sanar esse risco climático que é a seca, chega a irrigação dos primeiros perímetros irrigados, porém a forma de se produzir, de cultivar, colher e comercializar os primeiros frutos foi uma verdadeira prova de fogo para os primeiros irrigantes, retratados de forma histórica e ainda vivida por sobreviventes nos dias de hoje como retrataram Beserra, Silva e Araújo (2020) ao tratar dos 50 anos do Perímetro Irrigado Bebedouro, o primeiro a ser instalado em Petrolina.

A chegada de investidores que passaram a ocupar os espaços de produção com uso dos sistemas irrigados trouxe a possibilidade de novos costumes, gerações que passaram a ser originadas não mais do relacionamento entre parentes próximos, como no passado. O crescimento populacional apresentado na Figura 6 representou não apenas um número maior de pessoas vivendo em uma região, mas um uso acima do esperado dos recursos naturais e o crescimento das cidades com uma quantidade enorme de estruturas, desde hospitais e universidades, até espaços de acomodação da produção, os conhecidos *packing houses*, onde são organizadas as safras de frutas para ida ao mercado nacional e até ao exterior.



Fonte: Adaptado de IBGE (2017).

Figura 6. Evolução da população rural no Brasil (ano 1940). Fonte: IBGE

O advento da irrigação, por outro lado, após a construção do Lago de Sobradinho, intensificou o que se chama de ciclo de degradação e empobrecimento em algumas áreas da vegetação Caatinga, devido ao aumento da população e demanda por mais alimentos e produtos, conforme apresentado na Figura 7. Este ciclo chama a atenção, pois é um fenômeno que ocorre na maior parte do semiárido que sobrevive sem a irrigação propriamente dita. A demanda por resíduos das caatingas para a área irrigada promove uma série de outras consequências. Esses impactos negativos ocorrem tanto nas áreas dependentes de chuva como nas áreas irrigadas, com consequências que atingem toda a população, nas áreas rurais e urbanas. Porém nas áreas secas, sem irrigação, são visíveis os processos de degradação, ocasionados pelo uso excessivo do solo com pastagens ou manejo inadequado com espécies vegetais pouco adaptadas em áreas extensas, sem a manutenção de áreas de refúgio para espécies animais e vegetais que poderiam recompor as condições do solo e de parte da vegetação local.



Fonte: acervo pessoal da autora.

Figura 7. Ciclo de empobrecimento e degradação do bioma Caatinga.

Os riscos e as consequências citados acima podem ser minimizados se forem tomadas medidas simples, mas de eficácia comprovada quando determinadas com conhecimento real das condições naturais da paisagem a ser melhorada. Essas medidas podem envolver as conhecidas práticas agroecológicas e adequar-se aos sistemas produtivos, de acordo com as condições ambientais e entendimento do ser humano que ali habita. Algumas delas, as mais comumente utilizadas, estarão detalhadas no tópico a seguir.

2 As Práticas Agroecológicas no Semiárido

Não se pode falar nos fundamentos da Agroecologia sem mencionar os trabalhos e estudos do professor Miguel Altieri (2012). As bases necessárias para conhecimento e adoção da Agroecologia como forma de vida são fartamente mencionadas nos livros desse pesquisador, e hoje há diversos professores no mundo inteiro que foram orientados por ele e já compartilham da mesma forma de pensar.

Uma das premissas reconhecidamente necessárias para que se possam adotar práticas agroecológicas nos sistemas produtivos, sejam eles do semiárido ou de outro ambiente, é a identificação das condições específicas do local (ALTIERI, 2012) conforme mencionado no início do capítulo, quando foi apresentada uma versão de Souza *et al.* (1992) que trata das unidades de paisagem.

Nessa paisagem, locus de práticas agroecológicas trabalhadas pela autora, existe um elemento central que é o responsável pela maior parte das condições específicas relacionadas aos hábitos e cultura do homem que ali habita. Com o reconhecimento da presença do ser humano no meio ambiente em que ele vive, é possível o entendimento de vários movimentos e demandas que ultrapassam e muito toda e qualquer caracterização

que possa pré-existir na literatura. Ver o ser humano como elemento central no processo de transição agroecológica, como apresentado na Figura 8, garante que as práticas agroecológicas escolhidas possam ser adotadas e tragam benefícios concretos aos ambientes submetidos as adversidades climáticas do Semiárido brasileiro.

As práticas agroecológicas, quando bem utilizadas, têm total potencial para colaborar com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), instituídos pela Organização das Nações Unidas, bem como com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, alinhando-se principalmente aos ODS número 2 e 12, visando a uma agricultura sustentável e consumo e produção responsáveis (Figura 8). O apelo firmado com essas duas institucionalizações colabora e muito no processo de esclarecimento das comunidades sobre as práticas agroecológicas e enfrentamento de eventos extremos com risco climático como a seca. Ajuda ainda na formulação de propostas de projetos que possam ser submetidos ou utilizados junto as instituições de fomento, e com isso facilitam sobremaneira a adoção das ações previstas na transição agroecológica dos agroecossistemas em comunidades rurais vulneráveis.



Fonte: Assembleia Geral das Nações Unidas.

Figura 8. Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

As escolhas das práticas dependem fortemente do que já se tem na propriedade e de quais atividades são desenvolvidas que podem ser incrementadas ou fortalecidas. No semiárido, a criação de animais é algo presente desde o período colonial. Adaptado ao clima e condições de alimentação, o animal pode ser um dinamizador de elementos que melhoram a fertilidade do solo, como os resíduos da criação, esterco, soro de leite, etc. Quais animais são passíveis de serem criados ou o resgate de uma cultura que fazia parte do universo do produtor e por qualquer razão foi substituída por outra, são todas decisões que dependem do reconhecimento da família existente no local, muitas vezes repleta de anseios, dúvidas e vocações que precisam ser observadas (Figura 9).

Para facilitar o conhecimento do local e de toda dinâmica envolvida nos processos produtivos, principalmente se tratando de agricultura de base familiar, pode-se lançar mão de ferramentas participativas (FERREIRA; SILVA; BIANCHINI, 2017). Em cada etapa do processo podem e devem ser escolhidas as ferramentas mais adequadas que permitam o diálogo aberto com os atores locais, avançando paulatinamente nas decisões e observações que em si estarão trazendo informações técnicas sem imposição, sem obrigatoriedade e sem receitas prontas.

Uso das ferramentas participativas pode ser considerado uma prática agroecológica base e essencial, pois com ela é possível fortalecer os sistemas produtivos, lançando mão de outras práticas benéficas, abrindo possibilidade de uma transição agroecológica mais natural, com maior resiliência e de acordo com os tempos dos produtores e a velocidade da dinâmica que as condições e riscos climáticos do semiárido impõem.



Foto: autora.

Figura 9. Agroecologia, ecologia aplicada a práticas agrícolas e culturais integradas com saber e viver do homem como elemento central.

A visão do homem como elemento central colabora, em parte, com o entendimento das condições e das adversidades e, de acordo com suas possibilidades, poderá agir e escolher qual melhor ou melhores práticas agroecológicas a serem tomadas e quando será possível alternar ou incluir mais uma prática no sistema. Esse “feeling” presente no ser vivente da área de produção é essencial para boas escolhas de práticas a serem usadas.

A Figura 10 ilustra claramente a importância do reconhecimento do homem como parte da paisagem local e assim tomar decisões de forma participativa, uma das primeiras medidas a ser tomada quando se pensa em transição agroecológica no semiárido. As ferramentas da pesquisa participativa precisam ser escolhidas de forma muito consciente e com isto já garantem o diálogo entre técnico e agricultor, no ambiente adverso do semiárido brasileiro.



Foto: a autora.

Figura 10. Presença do homem como elemento central numa condição de risco em ambiente de semiaridez.

Dentre as práticas agroecológicas mais utilizadas na região semiárida podem ser citadas as que trazem referência ao maior número de uso de espécies e variedades, bem como as de aproveitamento de restos de culturas, restos alimentares, resíduos de um modo geral. Apesar disso, a maior dificuldade que ocorre nessas práticas em ambientes do semiárido, que poderiam favorecer a qualidade do solo, é a competição que existe pelos restos de cultura com os animais criados soltos parte do tempo. Esses animais normalmente consomem restos de cultura que são plantados e que ficariam no solo enriquecendo-o.

Na caatinga, mata nativa do semiárido brasileiro, há um número enorme de espécies nativas, e algumas delas podem até ser usadas entre as espécies cultivadas, destacando-se aquelas de uso alimentar, tanto para o homem quanto para alimentação animal. Apesar do grande número de áreas desmatadas para cultivo de alimentos ou de espécies forrageiras, ainda existe um grande espaço preservado de matas nativas consideradas caatingas. Os benefícios que as áreas próximas de caatinga trazem para as áreas cultivadas são inúmeros e vão desde a manutenção de alguns inimigos naturais das pragas, à diversificação das espécies forrageiras apícolas e até ao fornecimento de pólen e néctar boa parte do ano, quando não teria essa disponibilidade nas espécies cultivadas. Além disso, a presença da Mata Nativa próxima às áreas cultivadas permite uma redução da velocidade do vento e do efeito bordadura, favorecendo assim o crescimento e desenvolvimento das plantas que são instaladas nas áreas agrícolas (SILVA, 2020).

2.1 Diversificação de espécies e variedades

O uso de espécies e cultivares diferentes é uma alternativa ecológica para uma mesma área de produção, incrementando as possibilidades de safras em épocas diferentes ou atendimento a públicos com demandas ou gostos distintos. Barros *et al.* (2008) verificaram que as cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) BRS 149 (Nordestina) e Rs-188 (Paraguaçu) apresentaram valores de eficiência de uso da água similares, em condições semelhantes de água disponível (AD), conforme dados da Tabela 1. Isso reforça o aspecto de que, mesmo tendo aptidões distintas, as cultivares de mamona na área estudada apresentaram a mesma eficiência de uso da água disponível tornando-as igualmente viáveis para cultivo em sistemas diversificados em regiões de clima semiárido, como foi o caso desse ensaio, montado em Campina Grande - PB.

Tabela 1. Valores de eficiência do uso da água de cultivares de mamona em função dos conteúdos de água no solo. Adaptado de Barros et al (2008).

Tratamento	Eficiência de uso da água (kg.m-3)	
%AD	Nordestina	Paraguaçu
40%AD	0,33	0,28
60%AD	0,84	0,82
80%AD	1,48	1,97
100%AD	2,83	2,78
Média	1,37	1,46

*AD – Água disponível no solo para as plantas.

Existem muitas possibilidades de adotar uma diversificação maior no agroecossistema, tendo em vista a quebra do ciclo de algumas pragas e consequente proteção do solo com a cobertura vegetal presente nesse tipo de prática. A cobertura

vegetal como prática proveniente da diversificação de espécies tem se tornado altamente necessária nos ambientes de clima semiárido, permitindo redução da temperatura do solo e consequentemente das áreas de desenvolvimento das raízes. Algumas espécies, como amendoim, feijões, milho, pimentas e suas diversas variedades, podem ser utilizadas para alimentação humana, fortalecer a forragem dos animais e ainda ter papel fundamental no incremento de matéria orgânica no solo no semiárido. As condições climáticas extremas do semiárido promovem decomposição rápida da matéria orgânica, sendo essa uma das causas dos baixos resultados de produção agrícola. O retorno dessa matéria orgânica incrementada a partir da diversificação produz resultados positivos em médio e longo prazos, favorecendo a saúde do agroecossistema, e mesmo assim podem ser visíveis e mensurados logo nos primeiros momentos de uso dessa prática.

2.2 Uso da compostagem em agroecossistemas no semiárido

A compostagem é o processo de decomposição de resíduos orgânicos, produzidos nos mais diferentes espaços, transformando-os em um material estabilizado, pronto para ser usado nas mais variadas condições de plantio. Composto orgânico resulta do processo da decomposição de resíduos grosseiros, no processo chamado de compostagem. Essa decomposição pode ser física e microbiana, envolvendo processos de oxidação e oxigenação da massa heterogênea de matéria orgânica no estado sólido e úmido, chegando a maturação, humificação e mineralização de diversos componentes.

Nos ambientes submetidos aos riscos provenientes da semiaridez, a compostagem pode permitir resultados altamente satisfatórios na produção e estabilidade biológica do solo. Autores como Albuquerque *et al.* (2006), Oliveira *et al.* (2005), Silva *et al.* (2005), Silva *et al.* (2006), Silva *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2012) alcançaram resultados satisfatórios com uso de compostos em plantios diversos desde meloeiro até hortaliças e manga, todos em ambientes do semiárido.

A única ressalva que se faz para uso do composto é quando não se têm líquidos disponíveis no local para iniciar o processo de decomposição. Por isso é importante mapear a existência dessas fontes hídricas ou partir para usar o composto no período de chuvas, visando o sucesso no preparo do composto orgânico em plena condição de semiaridez.

2.3 Aplicação de biofertilizantes líquidos

Os biofertilizantes líquidos também são uma forma importante de uso dos materiais orgânicos com vistas à melhoria dos sistemas produtivos vulneráveis nas condições de semiaridez. São resultantes da mistura de resíduos vegetais presentes na propriedade, com intenção de formar uma calda fermentada que contém macro e micronutrientes de forma equilibrada e disponível para as plantas. Diferente dos compostos orgânicos, os biofertilizantes líquidos permitem uma rápida disponibilização de nutrientes necessários ao crescimento das plantas. Devem ser usados como complemento da nutrição das plantas, principalmente nas espécies vegetais de ciclo curto, cuja demanda por nutriente precisa ser atendida no menor tempo possível. Para o preparo dos mesmos, é importante observar quais são os resíduos e os recipientes que estão disponíveis na propriedade e verificar a função de cada elemento destes, no conjunto, para a nutrição das plantas (Figura 11). Cada elemento que pode ser adicionado no preparo do biofertilizante representa uma função específica para o agroecossistema onde será usado.

É possível incrementar a produção vegetal com uso dos biofertilizantes, suprimindo elementos nutritivos que possam estar em situação de carência no Agroecossistema e não têm reserva no solo disponível naquele momento.

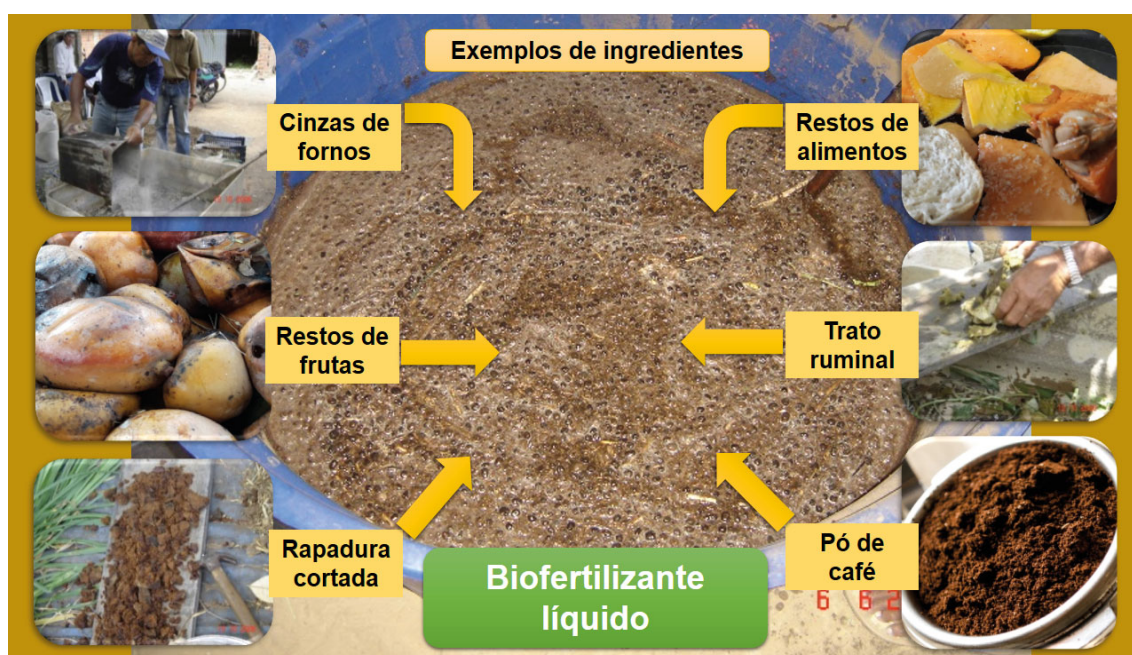


Foto: a autora.

Figura 11. Exemplos de ingredientes que podem ser utilizados no preparo de Biofertilizantes líquidos.

As experiências com uso de biofertilizantes no semiárido apresentaram resultados surpreendentes, permitindo a adoção de um manejo dos resíduos orgânicos para favorecer a fertilidade dos solos degradados de forma rápida (PINTO *et al.* (2008); SILVA *et al.* (2008); SILVA (2017)), principalmente nas culturas de ciclo curto, como melão e hortaliças. Nas áreas dependentes de chuva, ou seja, sem a irrigação, as caldas biofertilizantes também são usadas como defensivos naturais, para afastar alguns insetos/ pragas que surgem por conta de algum desequilíbrio no agroecossistema local.

2.4 Manejo de resíduos orgânicos em ambientes do semiárido

O manejo dos resíduos orgânicos em agroecossistemas tem-se tornado uma prática altamente recomendada nos ambientes de risco climático como no semiárido. Mesmo as espécies vegetais mais rústicas e adaptadas, como a mandioca, são beneficiadas com a adição de resíduos, seja na forma de composto, biofertilizante ou mesmo na forma natural, como esterco (SILVA, 2017), conforme ilustrado na Figura 12.



Foto: acervo da autora.

Figura 12. Manejo dos resíduos orgânicos em agroecossistemas na forma de forragem, compostagem ou cobertura vegetal.

O mapeamento dos resíduos presentes numa propriedade e posterior direcionamento dos mesmos para as mais variadas finalidades promovem vários benefícios ao Agroecossistema, dentre eles:

- ✓ melhoria das condições da física e da fertilidade do solo com uso dos resíduos incorporados;
- ✓ redução de riscos de poluição das fontes hídricas com acúmulo de resíduos de forma inadequada;
- ✓ economia na compra de fertilizantes pelo reaproveitamento de resíduos que seriam perdidos ou não aproveitados;
- ✓ aumento da produtividade dos cultivos pelo uso de um resíduo que favoreça a nutrição das plantas;

Estes são alguns benefícios alcançados com uso de resíduos orgânicos existentes nas propriedades do semiárido. Apesar de todas essas vantagens, o uso dos resíduos para agricultura nas regiões de semiaridez ainda não é comum ou amplamente praticado. Isso se deve ao aproveitamento de parte dos resíduos gerados na alimentação dos animais, vocação prioritária dessas áreas. Mesmo assim, ainda existe o incentivo para que parte do que o animal produz de resíduos (como esterco) possa ficar na propriedade, garantindo melhoria nas condições do solo. Mesmo sabendo dos benefícios que o uso dos resíduos pode trazer para o solo e as plantas, alguns criadores de caprinos e ovinos das áreas secas ainda preferem comercializar o esterco produzido para as áreas irrigadas, demandantes desse insumo, por conta da entrada de recursos financeiros imediatos. Essa vantagem imediata e aparentemente rentável tem custo caro para a saúde do agroecossistema, tendo em vista o empobrecimento do solo onde a venda do esterco dos animais ocorre de forma sistemática há muitos anos.

2.5 Práticas de processamento e armazenamento

Nos espaços onde o clima semiárido impera é notório que a política de estoques precisa ser uma prática presente e constante. Assim como em outras regiões vulneráveis do país, a ideia de manter gêneros alimentícios e água em quantidade suficiente para sustentar a família por um tempo, mesmo que não tenha condições de compra, é saudável e permite maior tranquilidade. No caso do semiárido brasileiro, essa realidade torna-se quase obrigatória, principalmente quando se pensa em água.

Diversos programas governamentais têm incentivado e oportunizado a construção de reservatórios para acúmulo de água nas propriedades. As cisternas, como são chamadas no semiárido, têm salvado a vida de pessoas e dos animais nesses espaços onde a ausência de chuvas por mais de 6 meses é uma realidade certa.

Aliado à prática do estoque de água nos reservatórios, também é altamente favorável o armazenamento de água nas plantas forrageiras e no solo. Isso é possível com uso de plantas que acondicionam água em seus tecidos, nas folhas ou nas raízes, como a palma forrageira (*Opuntia fícus*) ou mandioca (*Manihot esculenta* Cranz). A consciência da presença de água e nutrientes nos tecidos dessas plantas pode trazer ao produtor uma melhor forma de manejo da dinâmica energética, hídrica e nutricional do seu sistema de cultivo, numa forma agroecológica de pensar o espaço de produção, ao adotar elementos adaptados ao clima e utilizá-los em todo seu potencial. Para isso é preciso lançar mão de artifícios simples para armazenamento da forragem que será utilizada no período de estiagem, quando não existe alimento disponível nos pastos nativos ou plantados.

No caso da palma forrageira, a planta por si só já armazena água em suas folhas e resiste ao período de escassez hídrica, sendo fornecida aos poucos para os animais. Uma ajuda importante que pode ser dada à produção da palma é o uso de resíduos, seja esterco ou composto, como forma de fortalecer a planta para enfrentar a estiagem. É importante observar que nesse caso estão sendo associadas duas práticas agroecológicas que se complementam e permitem um melhor resultado. Isso obviamente só é possível quando se compreende o sistema produtivo e se percebe que o solo realmente mostra-se pobre e a adição de uma fonte de matéria orgânica se faz necessária.

No caso da mandioca é possível adotar outras práticas simples para um melhor aproveitamento da planta, como a poda da parte aérea nos anos bons de chuva e o armazenamento das raízes na forma de feno (raspa). Nos anos em que a precipitação se mantém acima dos 400mm é possível inclusive fazer mais de um corte na parte aérea da mandioca (SILVA *et al.*, 2005) ou de outras plantas do mesmo gênero (SILVA; SANTANA, 2005), permitindo um melhor aproveitamento da planta. O material podado, fonte de proteína nas rações para os animais, pode ser armazenado sob a forma de silagem ou de feno, dependendo da estrutura e acompanhamento técnico que o produtor possui. No caso da silagem, a vantagem é que além da forragem também se mantém a água, altamente necessária para a produção de animais.

Autores como Anjos, Silva e Araújo (2004) recomendam adaptar máquinas forrageiras com lâminas mais amplas para que o corte das raízes da mandioca ocorra normalmente. As lâminas das raízes devidamente fatiadas são desidratadas em terreiros ou mesmo em lonas para que possam ser armazenadas com teores de água abaixo de 8%. Isso permite uma maior durabilidade do estoque das raspas, que são um alimento energético e muito palatável para os animais.

3 Agroecologia, Agricultura Familiar no Semiárido e o Covid-19

Após um longo período de estiagem, verdadeiro evento extremo, que durou entre os anos 2010 e 2017 para várias regiões do semiárido brasileiro, instalou-se nos últimos anos

uma condição climática bastante diversa e favorável no Nordeste. Desde 2018 as chuvas tem sido mais generosas, permitindo garantia de safras promissoras para o sertanejo.

Apesar dessa condição singular e favorável, o semiárido brasileiro, assim como todo o planeta Terra, enfrentou, no ano 2020, um inimigo invisível que se alastrou pelo território brasileiro como se fosse um exército estrangeiro destruidor: o Covid 19. Contra este exército uniram-se desde o mais simples cidadão até autoridades políticas e econômicas do país, numa cruzada nunca vista na história da humanidade. Uma pandemia sem precedentes, rapidamente globalizada, instalou-se no território nacional e praticamente no mundo inteiro.

As chuvas fartas no ano 2020 nos sertões nordestinos contribuíram para que a agricultura familiar dessa macrorregião obtivesse resultados surpreendentes no tocante à quantidade e qualidade dos alimentos produzidos. Essas chuvas, que surpreenderam o sertanejo após quase sete anos de seca generalizada, podem ser explicadas a partir da conjugação de diversos fatores, dentre eles:

- ✓ O Sol que regula as condições climáticas planetárias e regionais encontrava-se num período de atividade mínima há 2 anos aproximadamente;
- ✓ Vórtices ciclônicos de altos níveis produziram uma grande quantidade de nuvens que geraram pesados aguaceiros convectivos;
- ✓ Núcleos em meso escala de nuvens deram origem a chuvas de grande intensidade localizadamente;
- ✓ A Zona de Convergência intertropical que responde por chuvas de verão/outono migrou para o Sul da linha do Equador mais eficazmente neste ano de 2020, propiciando chuvas convectivas no CE, PI e RN, especialmente.

Assim, após um longo período de escassez hídrica que assolou o semiárido brasileiro, desde dezembro de 2019 chuvas abundantes vêm caindo nos sertões de diversos estados nordestinos. Na mesma área pobre do país, onde predomina a agricultura de base familiar, precipitações pluviais abundantes ocorrem desde o mês de dezembro de 2019 e vem colaborando para que a produção de alimentos alcance patamares invejáveis para o Nordeste. Essa agricultura de base familiar vem demonstrando possibilidades de fazer uma agricultura de base ecológica, saudável, com uso de práticas sustentáveis para os mais diversos agroecossistemas.

A feliz coincidência que pode favorecer os agricultores de base familiar e agroecológica também tem grandes chances de prover a população do conhecimento sobre alimentos mais saudáveis e oportunizar sabores nunca antes vistos, num mundo sem pandemia. Na contramão dessa preocupante pandemia que foi instalada, as notícias do campo animaram e emocionaram, lembrando a todos do privilégio de viver num país agrícola e ainda mais num ano “bom de chuva” como este 2020, para o semiárido.

Mesmo em meio a uma pandemia, aqui no Brasil, vale ressaltar a importância dos cultivos agrícolas agroecológicos de base familiar para a saúde da população, tendo em vista que mais de 70% do que está na mesa do brasileiro é proveniente da agricultura de base familiar. E, num momento como esse, que é necessário alimentar-se bem para manter as defesas do organismo humano, tem-se a possibilidade de acessar esses alimentos agroecológicos, sem agrotóxicos e defensivos, e alguns até sazonais, frutas, legumes, hortaliças, cheiro verde e uma série de outros condimentos que melhoram a alimentação e permitem a população ter um pouco mais de saúde e imunidade.

Diante desse quadro, é chegada a hora de dar mais visibilidade aos alimentos que vêm da agricultura de base familiar e são cultivados com práticas agroecológicas. Ao perceber que as práticas agroecológicas não somente produzem um alimento melhor, mas protegem os recursos naturais e reduzem impactos negativos no meio ambiente, a população terá uma oportunidade ímpar, e até didática, de compreender

a importância dos alimentos saudáveis, contribuindo para maior visibilidade dos produtos agrícolas de base ecológica e os benefícios que eles podem proporcionar.

Nosso homem do campo, agricultor de base familiar, precisa ter sobre ele os olhares do Poder Público, para que cheguem à mesa esses alimentos frescos, frutas e verduras que reforcem a alimentação de todos, principalmente à mesa de quem precisa e de quem está debilitado. Hoje, muito mais do que ser vetor de quaisquer vírus precisamos ser vetores de soluções de saúde, precisamos de pessoas, sejam de órgãos públicos ou privados, que sejam vetores desses alimentos saudáveis que estão sendo produzidos. É preciso manter a saúde dos agroecossistemas.

As práticas agroecológicas hoje podem e devem ser compreendidas e adotadas, para maior resiliência dos sistemas produtivos, porém numa condição favorável como a do ano 2020, onde o semiárido poderia estar sofrendo o sério risco da escassez hídrica, torna-se mais ainda necessário projetar os alimentos produzidos em base orgânica ou ecológica dos agricultores familiares.

Considerações finais

O conhecimento dos ambientes em condições de risco climático das regiões do semiárido brasileiro é ponto de partida para conviver de forma harmônica e resiliente nesses espaços. A identificação dos tipos de solo que existem na área é um aspecto altamente necessário para qualquer tomada de decisão. A escolha da prática agroecológica a ser adotada no agroecossistema depende diretamente do conhecimento local e reconhecimento das fragilidades e oportunidades que o ambiente oferece. Assim, a recomendação de uso da compostagem ou mesmo de um manejo mais específico dos resíduos vai depender da disponibilidade de materiais e mão de obra, bem como de para qual cultura o uso dessa prática trará benefícios. Percebendo que a escolha da prática não segue uma lógica fixa, pode-se lançar mão tranquilamente da prática mais adequada ou mesmo associá-la com outra que favoreça o ambiente e permita um melhor resultado com menor esforço.

No caso dos ambientes em situação de risco de déficit hídrico, as práticas agroecológicas mais indicadas são as que podem manter na propriedade resíduos que forneçam água e nutrientes. Nesse caso, a política de estoques, principalmente de água, se faz altamente necessária, seja esse estoque nas plantas (suculentas) ou em forragem armazenadas (silagem). O entendimento desses princípios pode permitir a adoção de medidas e práticas sustentáveis que favoreçam a resiliência dos agroecossistemas submetidos a estresses hídricos constantes, além de uma transição agroecológica natural, onde a família que ali vive é o centro das decisões e tem suas vocações e aspirações respeitadas com consciência.

Notas

2 A manta caprina é o resultado do fatiamento de parte da carne de caprinos e ovinos, salgada e usada em churrascos na região semiárida.

3 Um agradecimento especial ao meu esposo, Professor Doutor Lucivânio Jatobá (Profciamb/UFPE), que colaborou generosamente nas discussões sobre as causas da semiaridez, contribuindo para a construção dessa parte do capítulo e ao meu filho, Tales Silva Santana, pela revisão do português.

Referências

ALBUQUERQUE, T. C. S. de; SILVA, A. F.; FARIA, C. M. B. de; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; SANTANA, L. M. de. Resíduos da vinificação no preparo de compostos orgânicos. *In*:

- REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICIRRIZAS, 11; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., Bonito, 2006. **Anais [...]**. Bonito, 2006. Tema: A busca das raízes: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/34341/1/OPB1029.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- ALTIERI, M. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3.ed.rev. ampl. São Paulo: Expressão Popular; Rio de Janeiro: AS-PTA, 2012. 400 p.
- ALVES, A. A. C.; RODRIGUEZ, M. A. D.; FARIAS, A. R. N.; SILVA, A. F.; BELLOTTI, A.; FREGENE, M. Pré-melhoramento de mandioca: utilização de espécies silvestres de *Manihot* como fonte de resistência a estresses bióticos e abióticos. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2008, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 78. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/133394/1/ID-39824.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- ALVES, A. A. C.; SILVA, A. F.; QUEIROZ, D. C.; DITA, M. A. Avaliação de variedades de mandioca para tolerância à seca, em condições semiáridas do Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 12., 2007, Paranavaí. **Anais [...]**. Paranavaí: SBM, 2007. Tema: Mandioca: bioenergia, alimento e renda. v. 3. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/37254/1/OPB1706.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. F.; ARAÚJO, G. G. L. de. **Adaptação de máquinas forrageiras para produção de raspas de mandioca**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2004. 3 p. il. (Embrapa Semiárido. Comunicado Técnico, 118). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/30174/1/COT118.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- BARROS, G.; GUERRA, H. O. C.; CAVALCANTI, M. L. F.; DE LACERDA, R. D. Water consumption and water use efficiency of two castor bean cultivars submitted to water stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 350–355, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000400003>
- BESERRA, E. A.; SILVA, A. F.; ARAÚJO, N. de A. **Discurso dos atores envolvidos socioeconomicamente no Projeto Público de Irrigação de Bebedouro em Pernambuco**: uma história com mais de 50 anos. PETROLINA, 2020. v. 1. 164 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial para a redelimitação do Semiárido nordestino e do polígono das secas**. Brasília, DF, 2005. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Resolução Nº 115, de 23 de novembro de 2017. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. **Diário Oficial da União**: seção 1, Nº232, Brasília, DF, p. 32-34, 5 dezembro de 2017.
- CUNHA, E. da. **Os sertões**: campanha de canudos. Montecristo Editora, 2012. 470 p.
- FERREIRA, M. A. J. F.; SILVA, A. F.; BIANCHINI, P. C. Ferramentas participativas para seleção de variedades com agricultores familiares. **EXTRAMUROS**: Revista de Extensão da UNIVASF, v. 5, n. 2, p. 125-137, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173687/1/Paola-2017.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- GIONGO, V.; COLEMAN, K.; SANTANA, M. da S.; SALVIANO, A. M.; OLSZVESKI, N.; SILVA, D. J.; CUNHA, T. J. F.; PARENTE, A.; WHITMORE, A. P.; RICHTER, G. M. Optimizing multifunctional agroecosystems in irrigated dryland agriculture to restore soil carbon: experiments and modelling. **Science of the Total Environment**, v. 725, jul. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720315850>. Acesso em: 10 out. 2019.
- GOMES, T. C. de A.; SILVA, A. F. Manejo orgânico do solo. *In*: ROCHA, E. M. de M.; DRUMOND, M. A. (Ed.). **Fruticultura irrigada**: o produtor pergunta, a Embrapa

- responde. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 55-62. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208855/1/Manejo-Organico-do-Solo.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- IBGE. **Evolução da divisão territorial do Brasil 1872-2010, Evolução da população rural, 1872-2010, 16.** Divisão territorial do Brasil 2010. Escala 1:15.000.000. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portaol.php#mapa207216>. Acesso em: 10 out. 2019.
- IBGE. **Semiárido Brasileiro.** 1:27.000, Mapas, 2018, Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- JATOBÁ, L.; SILVA, A. F. **Estrutura e dinâmica atual de paisagens.** Ananindeua, PA: Itacaiúnas, 2017. 107 p. Disponível em: <https://editoraitacaiunas.com.br/produto/estrutura-e-dinamica-atual-de-paisagens/>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- JATOBÁ, L.; SILVA, A. F. **O nordeste brasileiro: a convivência com a seca.** Recife, PE: Bagaço, 2015. 60 p. (Nosso mundo nosso tempo, 4).
- JATOBÁ, L.; SILVA, A. F. **Tópicos especiais de climatologia.** Ananindeua-PA: Itacaiunas, 2020. 131 p. DOI: 10.36599/itac-ed1.028
- JATOBÁ, L.; SILVA, A. F.; GALVÍNCIO, J. D. A dinâmica climática do Semiárido em Petrolina - PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 10, n. 1, p. 136-149, 2017. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/175468/1/aLINEAUREA-2017.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade:** caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. (Biodiversidade, 26).
- MELO, R. F. de; ANJOS, J. B. dos; SILVA, A. F.; PEREIRA, L. A.; CRUZ, L. C. Influência de doses de esterco de caprino no desenvolvimento de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em barragem subterrânea. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. **Anais [...]**. Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. Tema: O solo e suas múltiplas funções. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/135227/1/Roseli-2015.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- NOGUEIRA DE SOUZA, M. J.; DE OLIVEIRA, V. P. V. Análise ambiental: uma prática da interdisciplinaridade no ensino e na pesquisa, **Rede: Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 7, n. 2, p. 42-59, nov. 2011.
- OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M. de; CASTRO NETO, M. T. **Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005 6 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular Técnica, 76). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128239/1/Compostagem-caseira-de-lixo-organico-domestico.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- OLIVEIRA, C. M. S.; VIANNA, P. J. R. **Desenvolvimento regional: 50 anos do BNB.** Fortaleza: Banco do Nordeste, 2005. 340 p.
- PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T.; LIMA, M. A. C.; SILVA, A. F.; RESENDE, G. M. de. Cultivo orgânico de meloeiro com aplicação de biofertilizantes e doses de substância húmica via fertirrigação. **Revista Ceres**, v. 55, p. 280-286, 2008. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/16171> ou <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3335/1227>. Acesso em: 10 out. 2019.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 748 p.
- SA, I. B.; CUNHA, T. J. F.; TEIXEIRA, A. H. de C.; ANGELOTTI, F.; DRUMOND, M. A. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 4, p. 126-158. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/>

- item/142590/1/ID-43498.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.
- SANTOS, R. C. dos; GONDIM, T. M. de S.; SILVA, A. F.; ARRIEL, N. H. C.; MELO FILHO, P. A. **Manejo do amendoim rasteiro no Nordeste Brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 7 p. (Embrapa Semiárido. Circular técnica, 98). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78036/1/Alineaurea-CTE98.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- SILVA, A. F. Bases agroecológicas e resiliência de sistemas de produção em espaços geográficos Semiáridos. In: NÓBREGA, R. S.; SILVA, A. S. da; SILVA, A. K. de C.; COSTA, A. M. M. da; DANTAS, A. M. da S.; LIRA, D. V. de; MELO, E. E. de; BORGES, G. F. D. de S.; SILVA, G. A. da; SOUZA, L. M. da S.; SENA, L. M. F. de; OLIVEIRA, T. N. de; ROSÁRIO, T. N. da S.; HOLANDA, T. F. de (Org.). **Reflexões sobre o semiárido**: obra do encontro do pensamento geográfico. Nanindeua: Itacaiúnas, 2017. cap. 4, p. 52-66. Disponível em: https://editoraitacaiunas.com.br/wp-content/uploads/2017/ebook/reflexoes_sobre_o_semiarido.pdf. Acesso em: 26 mar. 2019.
- SILVA, A. F. Condições naturais e uso do solo. In: JATOBÁ, L.; LINS, R. C.; SILVA, A. F. **Tópicos especiais de geografia física**. 2. ed. Recife: Progresso, 2014. v. 1, p. 109-142. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195929/1/Alineaurea.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- SILVA, A. F. O clima e as plantas. In: JATOBÁ, L. e SILVA, A. F. **Tópicos especiais de climatologia**. Ananindeu: Itacaiunas, 2020. p. 96-129. DOI 10.36599/itac-ed1.028. Disponível em: <https://editoraitacaiunas.com.br/produto/topicos-especiais-de-climatologia/>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- SILVA, A. F. **Usoderesíduoorgânico na produção de mandioca em transição agroecológica, no Projeto Pontal, Petrolina-PE**. 2017. 194 f. il. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9159>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- SILVA, A. F.; FARIA, C. M. B.; DUENHAS, L. H.; Santos, J. G. Avaliação de compostos orgânicos preparados com bagaço de cana, esterco caprino e resíduos de vinícola. In: FERTBIO, 2006, Bonito-MS. **Anais [...]**. Bonito-MS, 2006. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/34340/1/OPB1007.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- SILVA, A. F.; FERNANDES, S. C.; FRANÇA, C. R. R.; SANTANA, L. M. Crescimento inicial de milho em solo adubado com diferentes compostos orgânicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 3.; SEMINÁRIO ESTADUAL DE AGROECOLOGIA, 3., 2005, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABA, 2005. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/32290/1/OPB19.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- SILVA, A. F.; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. S.; SANTOS, A. P. G.; A. FILHO, J. M. de. Caracterização do Banco Ativo de Germoplasma de mandioca do semiárido nordestino. In: ENCONTRO DE GENÉTICA DO NORDESTE, 17., 2006, Recife. **Anais [...]**. Recife: SBG, 2006. 1 CD-ROM. Tema: Conhecimentos para o novo milênio: resumos. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/33391/1/OPB910.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- SILVA, A. F.; MOUCO, M. A. DOC.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S. **Cultivo de mangueira Tommy Atkins com diferentes compostos orgânicos**. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido, 2010 (Boletim de Pesquisa da Embrapa Semiárido). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29170/1/Alineaurea.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.
- SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; PINTO, J. M.; GAVA, C. A. T. **Crescimento de meloeiro adubado com compostos orgânicos**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012. 18 p. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 99). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76752/1/Boletim-de-pesquisa-2012.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; SILVA, M. M. da. Comportamento de variedades de mandioca

no semiárido sob diferentes sistemas de poda. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande, MS. **Anais [...]**. Campo Grande: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/32339/1/OPB18.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de. Crescimento de mandioca, maniçoba e pornunça conduzidas sob poda em épocas distintas na região semiárida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11., 2005, Campo Grande, MS. **Anais [...]**. Campo Grande: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 1 CD-ROM. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/32340/1/OPB878.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SILVA, A. F.; SANTOS, C. A. F.; ARAUJO, F. P. de; LIMA NETO, F. P.; MOREIRA, J. N.; FERREIRA, M. A. J. F.; LEO, P. C. de S.; DIAS, R. de C. S.; ALBUQUERQUE, S. G. de. Recursos genéticos vegetais conservados na Embrapa Semiárido. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 8, p. 274-315. il. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158459/1/CAPITULO-8-ALINE-final.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SILVA, A. F.; SILVA, M. C. B. C. da. Agricultura no nordeste semiárido e os resíduos orgânicos aproveitáveis. **Revista Equador**, v. 5, p. 102-119, 2016. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/view/4420/2836>. Acesso em: 26 mar. 2019.

SILVA, A. F.; SILVA, P. T. de S. e; SANTANA, C. M.; SOUSA, J. N.; BIANCHINI, P. C.; MELO, R. F. de. Qualidade de águas cinzas após uso de filtros de carvão e esterco em sistemas agroflorestais do semiárido do Araripe e Pajeú. In: CONGRESSO INTERNACIONAL INTERDISCIPLINAR EM EXTENSÃO RURAL E DESENVOLVIMENTO, 2.; REUNIÃO DA REDE-FRANCO BRASILEIRA PELO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE, 3.; ENCONTRO NACIONAL DA AGRICULTURA FAMILIAR, 4.; SEMINÁRIO INTERTERRITORIAL DE CAPRINOVINOCULTURA, DA BAHIA, 1.; FEIRA DE EMPREENDEDORISMO DE MULHERES, 3.; JORNADA DE AGROECOLOGIA DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO, 1., 2019, Juazeiro. **Anais [...]**. Petrolina: Univasf, 2019. Tema: Territorialidades, mudanças climáticas, agroecossistemas e premissas para o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/213007/1/Qualidade-de-aguas-cinzas-2019.pdf>. Disponível em: 10 out. 2019.

SILVA, M. S. L. da; SILVA, A. F.; GOMES, T. C. de A.; GAVA, C. A. T.; SILVA, D. J.; MENDES, A. M. S.; CUNHA, T. J. F. **Alternativas de insumos para manejo em sistemas agrícolas de base ecológica**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2008. 13 p. il. color. (Embrapa Solos. Circular técnica, 40). Disponível em: http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPS-2009-09/14003/1/circotec40_2008alternativa_insumos.pdf. Acesso em: 15 fev. 2020.

SILVA, P. C. G. da; AZEVEDO, S. G. de; MOREIRA, J. N.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; SILVA, A. F. A abordagem territorial nas atividades de pesquisa, desenvolvimento & inovação da Embrapa semiárido. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 11, p. 373-402. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158472/1/CAPITULO-11-PEDRO-GAMA-final.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.

SILVA, P. C. G. da; MOURA, M. S. B. de; KILL, L. H. P.; BRITO, L. T. de L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. de C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.).

Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. cap. 1, p. 18-48. il. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/158420/1/CAPITULO-01-PEDRO-GAMA-final.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, J. G. B. de; LINS, R. C.; JATOBÁ, L. Condições Geoambientais do Semiárido brasileiro. **Ciência e Trópico**, Recife: FUNDAJ, v. 20, n. 1, p. 173-198, jan./jun. 1992.