

Capítulo 2

As principais culturas anuais e bianuais na agricultura familiar

*Alineaurea Florentino Silva
Amadeu Regitano Neto*

A prática da agricultura em áreas dependentes de chuva sempre teve grande importância quando associada à alimentação humana ou animal, principalmente em espaços ocupados por propriedades de base familiar. Na intenção de obter alimento para atravessar o ano e as intempéries climáticas, o homem do campo nordestino e, em especial, o sertanejo, sempre preencheu seu dia buscando gerar alimentos e conservá-los da melhor maneira possível.

A conservação desses alimentos, prioritariamente destinada para a alimentação humana e, só depois da década de 1980, praticada para alimentar também os animais, acabou desencadeando novas formas de processamento dos produtos colhidos ou coletados, enriquecendo ainda mais a culinária habitual. Vale aqui lembrar, por exemplo, as farinhas de mandioca, o beiju, as famosas coalhadas (escorridas¹ ou não), os queijos, as manteigas de garrafa, as paçocas de carne seca e tantas outras iguarias encontradas no passado nas casas de campo e hoje vistas até industrializa-

¹ Coalhada escorrida é uma iguaria sertaneja preparada com leite fermentado até ponto de coalhada e, em seguida, escorrida num tecido até a retirada de mais de 80% do líquido presente. É muito semelhante ao queijo *cottage*, um queijo magro muito consumido no Sudeste do País.

das, transformadas em mercadoria no atual sistema econômico brasileiro, ou inseridas ainda timidamente nos ambientes caracterizados por uma gastronomia gourmet.

As principais culturas historicamente cultivadas nas áreas dependentes de chuva são, sem dúvida, feijão (*Phaseolus vulgaris*), mandioca² (*Manihot esculenta* Crantz), milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) (em áreas restritas a baixios, espaços úmidos ou em barragens subterrâneas), amendoim (*Arachis hypogaea*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.). Essas espécies normalmente ocupam a maior parte das terras agricultáveis nas áreas dependentes de chuva, variando sua dimensão em área de acordo com a disponibilidade de sementes, a necessidade do produto, o valor econômico vigente ou mesmo a vocação do agricultor. Outras espécies, como a fava (*Phaseolus lunatus*) e o inhame (*Dioscorea* sp.), são historicamente cultivadas em áreas do Semiárido brasileiro mais úmidas, próximas à Zona da Mata, ou mesmo no Agreste, em espaços de solo que provê uma condição melhor para o desenvolvimento dessas espécies. A fava, por exemplo, é plantada, muitas vezes, junto com o milho, que, ao ser colhido, serve de tutor para essa planta.

Ainda que de forma discreta, técnicos e pesquisadores que trabalham no Semiárido, por vezes, demonstram certa resistência em recomendar ou incentivar o cultivo de espécies anuais para áreas dependentes de chuva. Diversas razões levam ao descrédito desses profissionais em relação às culturas de ciclo anual, principalmente em áreas de agricultura de base familiar. As condições climáticas em vigor na região semiárida impõem às safras esperadas risco maior do que várias operações financeiras no sistema bancário. As chuvas irregulares, as estiagens prolongadas, a insolação alta, os baixos preços de venda, etc.: todos esses são aspectos que fogem do controle do agropecuarista e impõem a certeza do risco iminente da atividade.

Os altos custos de horas-máquina, insumos, mão de obra (caso seja contratada) e processamento colocam a produção dessas áreas em claro

² Mandioca-de-mesa, mandioca-mansa, macaxeira (nome popular pelo qual é conhecida no Nordeste) ou aipim são nomes comuns para as variedades que têm teores menores do que 100 mg kg⁻¹ de ácido cianídrico, indicando que podem ser consumidas cozidas ou fritas com segurança. Já mandioca-brava é o nome comum para variedades de mandioca que têm teores de 100 mg kg⁻¹ de ácido cianídrico ou mais.

prejuízo quando comparadas com as produções das amplas áreas empresariais do Sul e Sudeste do País, onde a busca por preços baixos na compra, geralmente coletiva, de insumos e altos na revenda contam a favor do resultado positivo para os produtores dessas regiões. O feijão produzido pela agricultura familiar, mesmo atendendo a todas as recomendações técnicas agrônômicas possíveis, muitas vezes, já sai da propriedade com custo mais elevado do que o dos importados que chegam ao Sudeste do País (Conab, 2019).

Quando comparado com outros ambientes, o Semiárido brasileiro é um espaço geográfico cuja maior expressão fisiográfica é a escassez hídrica intensa ao longo do ano, que se materializa e se veicula sob a forma de fenômeno da seca e precede todas as características pedológicas e fitogeográficas, apresentando-as como resultado dessa condição climática severa. A pluviosidade média anual do Semiárido não ultrapassa os 800 mm, enquanto a evaporação atinge patamares de mais de 2.000 mm no mesmo período, o que constitui um balanço hídrico negativo. A situação agrava-se quando incide sobre a área uma insolação anual média em torno de 2.800 h. As temperaturas médias anuais oscilam entre 23 °C e 27 °C, e a umidade relativa média anual chega a 50% (Moura et al., 2018). Essas condições fazem do Semiárido brasileiro um espaço geográfico de extremos, onde a convivência com a escassez hídrica é mais do que uma necessidade, é a chance da sobrevivência.

A Caatinga, bioma inserido no Semiárido, tem características próprias, grande biodiversidade e um conjunto de espécies vegetais e animais não visto em nenhuma outra parte do mundo. Espécies nativas vegetais adaptadas, com variadas formas de tolerância ao deficit hídrico e a altas temperaturas, como mandacaru (*Cereus jamacaru*), facheiro (*Pilosocereus pachycladus*) e xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), dividem o espaço com uma fauna adaptada, como tatupeba (*Euphractus sexcinctus*), veado, pássaros, etc. Nessas condições, fica cada vez mais difícil cultivar espécies de plantas anuais num sistema de agricultura principalmente de base familiar convencional. Já os sistemas de produção alternativos e diversificados no bioma Caatinga propõem para o agricultor fontes diferentes de renda, amenizando os riscos decorrentes das prováveis perdas de safra ocorridas constantemente.

No presente capítulo, serão descritas tecnicamente algumas espécies anuais e bianuais presentes e cultivadas no Semiárido brasileiro visando à alimentação humana ou animal ou mesmo ao processamento em indústrias caseiras com fins de aumentar o valor de venda do produto. Nesse sentido, serão consideradas prioritariamente as culturas do milho, feijão, mandioca e sorgo, todas importantes para a agricultura de áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro. Espera-se, ao fim deste capítulo, deixar com o leitor um panorama claro e aberto da situação atual dessas espécies e a possibilidade real de seus cultivos nas condições de áreas dependentes de chuva.

Cultivo do milho

Aspectos culturais

O milho é uma cultura ainda muito presente nas áreas de agricultura no Semiárido. Apesar do risco de frustração de safra, muitos agricultores ainda insistem em mantê-lo dentre as espécies cultivadas visando à produção de espigas para alimentação humana. Caso não se consiga a produção de espigas, a palha ou resto cultural é aproveitado como ração para animais. Essa prática ainda persiste entre os agricultores do Semiárido, reforçando mais ainda o milho como uma cultura emblemática na quase totalidade da região nordestina.

Em todos os anos, principalmente nos de seca, as perdas de safra de milho refletem não somente as condições de solo e práticas agrícolas, mas principalmente os aspectos do clima, que tornam a colheita, especialmente dos grãos, cada vez mais incerta e rara. Na Figura 1, está apresentado o percentual de municípios do Semiárido brasileiro em que a área colhida de milho foi igual ou inferior a 50% da inicialmente plantada. Pode-se observar, por exemplo, que, em 2012, quando iniciou uma das secas mais severas dos últimos 100 anos, dos 1.134 municípios existentes na área que abrange o Semiárido brasileiro e em que foi plantado milho, 55,17% deles colheram 50% ou menos da área plantada no mesmo ano. Em 2013, esse número caiu para 30,28%, o que representa 331 municípios que também colheram 50% ou menos das suas áreas plantadas em 2013. Em 2014, esse número chegou a 26,99%, mostrando um quadro bem menos preocupante quando

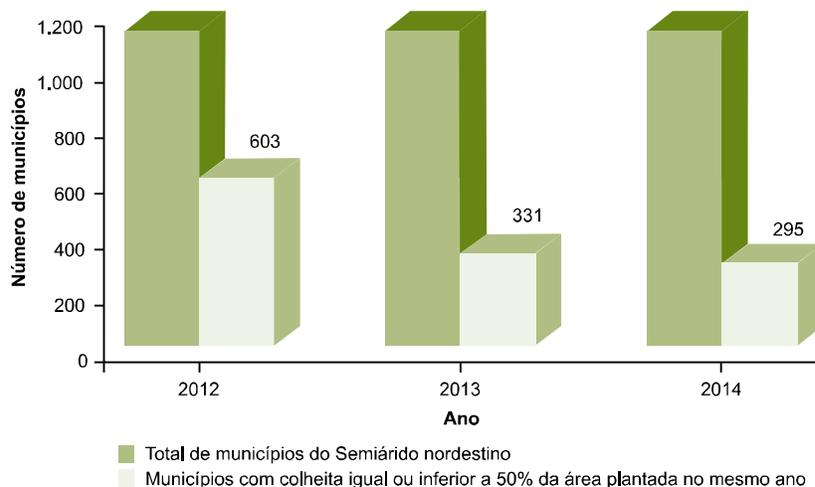


Figura 1. Número de municípios do Semiárido que colheram 50% ou menos de suas áreas plantadas nos anos de 2012, 2013 e 2014.

Fonte: IBGE (2016).

comparado ao do ano de 2012. Essas áreas, em sua maioria, são dependentes de chuva, e esses dados reforçam o grande risco associado ao cultivo do milho no Semiárido brasileiro.

Alguns municípios do Semiárido, mesmo passando por períodos de déficit hídrico, ainda arriscam o cultivo do milho (Tabela 1). Apesar disso, tanto o tamanho da área plantada como a quantidade de milho colhida (Tabela 2) revelam certa instabilidade em regiões onde as estiagens são frequentes. Os dados das Tabelas 1 e 2 apresentam um retrato da produtividade de grãos nesses municípios, que não passa de 1 t ha^{-1} , o que leva o produtor a utilizar, muitas vezes, apenas a palhada gerada com o que plantou. Nesse caso, o milho torna-se uma cultura forrageira dispendiosa, diferentemente do sorgo ou capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*).

Diante de um panorama com grandes possibilidades de perdas ou frustração de safras, como apresentado na Figura 1, tem-se a cultura do milho como uma das tecnicamente menos indicadas para o plantio em áreas dependentes de chuva no Semiárido brasileiro. Mesmo assim, nessa região, apesar do pouco uso das tecnologias desenvolvidas e disponíveis para cultura do milho (Figura 2), os agricultores continuam plantando essa espécie devido a uma tradição secular que envolve aspectos religiosos e culturais. Assim, o

Tabela 1. Área plantada por ano com a cultura do milho (*Zea mays*) em municípios localizados do Semiárido pernambucano.

Município	Área plantada (ha)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Afrânio	-	3.000	3.500	2.100	4.000
Araripina	12.000	13.000	12.000	-	8.000
Bodocó	5.500	5.000	3.000	-	3.000
Dormentes	-	4.600	2.600	1.800	4.000
Exu	10.000	5.200	6.500	-	6.000
Ipubi	3.300	5.500	5.500	-	4.000
Ouricuri	9.000	13.000	13.000	-	12.000
Petrolina	3.000	4.200	3.800	2.100	-
Salgueiro	1.000	1.000	10.000	-	30
Santa Maria da Boa Vista	600	1.500	700	1.200	-

Fonte: IBGE (2016).

Tabela 2. Quantidade produzida pela cultura do milho (*Zea mays*) por ano em municípios localizados do Semiárido pernambucano.

Município	Quantidade produzida (t)				
	2010	2011	2012	2013 ⁽¹⁾	2014
Afrânio	-	1.080	0	-	12
Araripina	5.000	3.150	0	-	760
Bodocó	1.848	210	0	-	360
Dormentes	-	1.748	0	-	160
Exu	4.800	600	0	-	400
Ipubi	1.008	1.375	8	-	380
Ouricuri	2.340	1.850	4	-	413
Petrolina	240	1.344	0	-	-
Salgueiro	180	300	0	-	-
Santa Maria da Boa Vista	120	390	0	-	-

⁽¹⁾Os dados do ano 2013 não estão na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
Fonte: IBGE (2016).



Figura 2. Cultivo de milho (*Zea mays*) em área dependente de chuva na comunidade Caiçara, em Petrolina, PE, em 2012.

milho permanece presente nas opções de cultivo, em menor escala do que no passado (principalmente quando são disponibilizadas, no mercado, as variedades que se adaptam melhor a essas condições climáticas), mas sendo ainda a primeira espécie a ser procurada, junto com o feijão, pelos agricultores de base familiar quando ocorrem as primeiras chuvas.

Sistemas de cultivos

Para o plantio de milho, é importante que sejam observados certos detalhes tendo em vista o pleno estabelecimento inicial da cultura em campo e o aproveitamento adequado dos recursos naturais presentes. Em área dependente de chuva, é importante preparar o solo logo nas primeiras chuvas, deixando o espaço pronto para o plantio imediato a qualquer momento. Embora o plantio mecanizado de milho em áreas dependentes de chuva ainda seja uma realidade restrita a pequenas áreas de cultivo, algumas adaptações já são adotadas, inclusive com plantadeiras-adubadeiras acopladas aos implementos, como grade ou arado. No município de Dormentes, no Sertão pernambucano, alguns produtores lançam mão dessas adaptações nas oficinas e alcançam uma eficiência muito maior, podendo inclusive promover uma forma de plantio direto

do milho numa área de capim-buffel, o que apresenta alguns benefícios. O cultivo simultâneo do milho com outras espécies vegetais, como o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), a fava, a abóbora (*Cucurbita* sp.) e o amendoim, só tem a contribuir para a manutenção da fertilidade do solo. Além disso, reduz a incidência de pragas e doenças e permite a diversidade de cultivos, o que faz aumentar as alternativas de fonte de renda na propriedade.

Apesar de todos esses benefícios, o cultivo simultâneo de milho com outras espécies, principalmente as citadas acima, que normalmente fazem parte da dieta do homem do campo das áreas dependentes de chuva, deve ser realizado com cuidados redobrados no que tange aos aspectos de espaçamento e tratos culturais para evitar problemas para as duas ou três culturas envolvidas. No caso do uso do sistema consorciado de produção, conhecido atualmente como sistema simultâneo de cultivo, é preciso adotar espaçamentos equilibrados para todas as espécies envolvidas; recomenda-se, na maioria dos casos, 1,0 m x 1,0 m x 1,0 m ou 1,0 m x 1,0 m x 2,0 m, deixando-se espaços maiores no meio do cultivo para o acesso de veículos a tração animal (como carroças) ou pulverizadores. Esse sistema, em casos específicos, é utilizado até mesmo com suplementação de água de poço (Figura 3). Porém, para essa situação, se faz necessária uma avaliação prévia criteriosa do solo local e da água disponível para não transformar uma opção para fornecimento de alimento em um problema ambiental (como a salinidade).

Independentemente de ser cultivado isolado ou simultaneamente com outras culturas, o milho é uma cultura que exige solos férteis e razoável disponibilidade hídrica. Por isso, antes de planejar o cultivo dessa gramínea, é prioritário ter em mãos uma recente análise do solo da área e com ela determinar a adubação que será necessária. A adubação do milho perfaz menos de 30% dos custos de produção e pode permitir dobrar a produtividade, com as mesmas despesas fixas. Portanto, faz-se necessário deixar esses valores bem claros antes de se optar pelo cultivo do milho em áreas dependentes de chuva no Semiárido.

As sementes utilizadas para o plantio do milho em áreas dependentes de chuva normalmente são aquelas armazenadas da colheita do ano anterior. Porém, diante da incerteza da produção nessas áreas, os agricultores lançam mão de sementes vindas de órgãos públicos, como prefeitura ou órgãos de assistência técnica local. Em algumas regiões nordestinas, o hábito de armazenamento de sementes para plantio em anos posteriores



Foto: Alineaurea F. Silva

Figura 3. Milho (*Zea mays*) produzido com suplemento de água de poço na comunidade Lagoa dos Cavalos, Petrolina, PE, em 2013.

já se tornou uma forma reconhecida e viável de condução do sistema de produção, sendo importante para os agricultores de base familiar com vistas à conservação de materiais genéticos essenciais para o local e à facilidade de disponibilização na hora conveniente, isso é, na estação chuvosa (Santos et al., 2012a).

Dentre as cultivares mais apropriadas para a região, podem-se citar algumas que foram selecionadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), como a 'BRS Gorutuba', a 'BRS Caatingueiro' e a 'BRS Sertanejo' (Oliveira et al., 2007). A 'BRS Gorutuba' é considerada precoce, alcançando produtividade média entre 4.400 kg ha⁻¹ e 4.800 kg ha⁻¹, sendo adequada para regiões com alto risco climático, como o Semiárido, pois aumenta as chances de colheita (Carvalho et al., 2010). Outra cultivar já bastante disseminada na região semiárida é a 'BRS Caatingueiro', que alcança até 3.000 kg ha⁻¹ em condições dependentes de chuva. Também considerada precoce em testes realizados em mais de 200 ambientes por 9 anos de pesquisa em campo, essa cultivar tem sido bem aceita dentre os agricultores por sua precocidade, característica importantíssima em condições de alto risco climático como as do Semiárido (Carvalho et al., 2004).

Além do uso de sementes de cultivares mais adaptadas, as condições mais favoráveis para produção de milho em áreas dependentes de chuva envolvem tratos culturais, como realização das capinas constantes, uso

de correção de solo com calcário e adição de esterco. O cultivo de espécies simultâneas, como feijão ou amendoim, melhora substancialmente a nutrição da cultura graças ao aporte de nitrogênio que é realizado pelas leguminosas. É importante levar esse fato em consideração no dimensionamento do espaçamento, pois, sob condições favoráveis ao milho, o feijão ou a outra leguminosa associada podem sofrer reflexos negativos em sua produtividade, tendo em vista a agressividade do milho como gramínea de alto desempenho. Qualquer prática que possa melhorar a condição de fertilidade e o teor de matéria orgânica do solo traz reflexos benéficos ao cultivo do milho em áreas dependentes de chuva.

O uso de adubos fosfatados ou orgânicos disponíveis na propriedade, mesmo sendo algo impensável no passado (quando se preconizava que, em áreas de baixa tecnologia, não seria viável o uso de insumos agrícolas), é outro aspecto importante para garantir o sucesso da lavoura do milho no Semiárido (Melo et al., 2009). Além de melhorar a nutrição da planta, o enriquecimento do solo com esses elementos proporciona maior resistência do milho ao ataque de pragas e doenças e mantém melhor condição hídrica do solo, facilitando o sucesso da colheita. Já a palhada do milho também se presta ao cultivo como cobertura morta e adubação verde em sistemas mais sustentáveis, denominados ecológicos, por ser uma excelente fonte de carbono a ser adicionado ao solo (Silva et al., 2008).

Resumo das recomendações para cultivo de milho em área dependente de chuva

- Época de plantio das principais cultivares: início da estação chuvosa, após acúmulo aproximado de 30 mm de chuva, de acordo com a recomendação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).
- Produtividade esperada em área dependente de chuva com uso mínimo de insumos e correção do solo: pode alcançar de 2.000 kg ha⁻¹ a 3.000 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio: 1,0 m x 0,2 m, sendo 1,0 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, com uma planta por cova. Isso equivale a aproximadamente 50 mil plantas por hectare. Caso o milho esteja cultivado em consórcio ou cultivo simultâneo, esse valor é bem menor (em torno de 30 mil plantas por hectare).

- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, priorizam-se correção do pH e uso de esterco (Santos et al., 2016). O uso de esterco e a adoção de sistemas mais ecológicos trazem benefícios inclusive para ambientes com solos salinos.
- Manutenção de capinas periódicas: é importante, principalmente na fase inicial (30 a 45 dias), para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.
- Profundidade da semeadura: precisa ser entre 2 cm e 7 cm.
- Consumo médio de sementes está em torno de 30 kg ha⁻¹.

Cultivo do sorgo

No Brasil, o sorgo tem múltiplas aplicações, podendo ser cultivado visando à produção de grãos, forragem, biomassa, etanol e vassoura, entre outros usos. A produção de grãos no Norte e Nordeste brasileiros está em 395 mil toneladas (Conab, 2019). A verdadeira aptidão da espécie no Nordeste do Brasil é a produção de forragem, sendo importante componente na alimentação dos rebanhos nas bacias leiteiras da região.

O tipo de sorgo mais plantado no centro-sul do Brasil é o granífero, sendo responsável por 82,7% da produção total brasileira, o que corresponde a cerca de 2,3 milhões de toneladas (Conab, 2019). Considerando que o total da produção mundial é de 57,1 milhões de toneladas (Estados Unidos, 2019), a produção brasileira de grãos de sorgo é proporcionalmente pequena (o País ocupa a posição de décimo maior produtor mundial), mas tem apresentado crescimento constante de ano para ano. Já a produção de grãos dos Estados Unidos, maior produtor mundial, foi superior a 9 milhões de toneladas.

O sorgo é bastante versátil quanto à sua utilização; plantas com diversas aptidões (com ou sem grãos) podem entrar na dieta dos animais, e esse aspecto é bastante favorável ao produtor de regiões semiáridas. No início da utilização do sorgo como forragem, entretanto, animais alimentados com plantas jovens e/ou rebrotas foram intoxicados, já que ocorre o acúmulo de composto cianogênico (HCN) nas folhas superiores da planta. No passado, isso causou a morte de animais e deixou dúvidas em relação ao seu uso entre produtores rurais (Amorim et al., 2006). Atualmente, os sistemas de produção e manejo do sorgo alertam para essa possibilidade e esclarecem o produtor pecuarista.

Aspectos culturais

O sorgo é originário de uma região quente e seca da África subsariana, o Sahel, situado entre o deserto do Saara (ao norte) e a savana do Sudão (ao sul), compreendendo toda a faixa de terra entre o Oceano Atlântico e o Mar Vermelho. Essa condição provavelmente moldou a espécie para resistir a condições extremas de temperatura e déficit hídrico. Fisiologicamente, a espécie apresenta um conjunto de características que conferem boa adaptação às condições do Semiárido.

Dentre as características adaptativas do sorgo às condições ambientais prevalentes no Semiárido, podem-se relacionar:

- Elevada eficiência do uso da água. Para fins de comparação, observe-se que a espécie consegue produzir 1 kg de matéria seca utilizando entre 150 L e 300 L de água, enquanto o milho necessita de um mínimo de 450 L. Além disso, é possível produzir forragem de sorgo com precipitação de 300 mm durante o ciclo, enquanto a forragem de milho exige 600 mm.
- Superfície foliar (cutícula) revestida por uma grossa camada de cutina, que confere proteção contra a perda de água não estomática.
- Folhas do sorgo, que têm a capacidade de se enrolar, reduzindo a área foliar exposta ao tempo (assim, as folhas permanecem verdes, não entrando em senescência durante o estresse hídrico, e toda a planta entra em estágio de dormência quando passa por período de déficit hídrico, retornando ao seu desenvolvimento quando a água é restabelecida).
- Sistema radicular profundo e ramificado, com taxas de crescimento superiores a 1 cm por dia, atingindo profundidade superior a 1 m e explorando bem o solo.
- Perfilhamento, quando uma única planta dá origem a vários rebentos laterais produtivos, conhecidos como perfilhos.

Na Figura 4, observa-se um plantio de sorgo 'BRS Ponta Negra' em área experimental da Embrapa Semiárido.



Figura 4. Plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*) 'BRS Ponta Negra' em área da Embrapa Semiárido.

Depois da colheita de grãos, o produtor ainda dispõe de todo o restolho da cultura do sorgo (composto de colmo e folhas), que pode ser servido ao rebanho de ruminantes em época de escassez de alimentos. A cultura ainda apresenta a capacidade de rebrota após a colheita, quando as plantas produzem novas emissões e perfilhos, que podem ser explorados pelo produtor sem o custo de plantio adicional.

Aptidão, cultivo e uso do sorgo no Semiárido

Sorgo granífero

O sorgo é uma espécie produtora de grãos com elevada qualidade nutricional, que podem ser consumidos pela população na forma de farinhas e outros preparados ou por animais de criação como componente de rações. O grão de sorgo é alimento básico de populações de vários países da África e Ásia e fonte para produção de bebidas alcoólicas. Porém, no Brasil, seu uso ainda não atingiu níveis significativos.

Os grãos são fonte energética essencial e substituem os do milho em alguns países de clima tropical. O sorgo é a cultura que tem mais possibilidades de solucionar o problema da carência energética da dieta de muitas populações menos privilegiadas, inclusive as que vivem no Semiárido brasileiro.

A composição nutricional dos grãos do sorgo pode ser verificada na Tabela 3, que apresenta algumas informações existentes na literatura.

Tabela 3. Composição de grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*).

Composição ⁽¹⁾	Valadares Filho et al. (2006)	Igarasi et al. (2008)
MS (%)	87,90	61,48
Proteína bruta (% MS)	9,54	9,66
Fibra em detergente neutro (% MS)	14,21	8,22
Nutrientes digestíveis totais (% MS)	80,35	89,24
Digestibilidade (% MS)	70,32	-

⁽¹⁾MS = matéria seca.

O sorgo granífero é cultivado em todas as regiões no Brasil, segundo dados da Conab (2019). Dos cerca de 2,3 milhões de toneladas previstos para o ano de 2019, a maior parte está nos estados das regiões Centro-Oeste (45,9%) e Sudeste (36,2%), enquanto, nos estados do Nordeste, principalmente no Piauí (10,0%), estão 14,8% da produção brasileira de grãos de sorgo. Ainda segundo a Conab (2019), a produtividade média do Centro-Oeste será de 3.349 kg ha⁻¹, a do Sudeste será de 3.470 kg ha⁻¹ e a do Nordeste será de 1.485 kg ha⁻¹.

Rendimentos médios de produção de genótipos de sorgo mostram que o potencial da espécie para produção de grãos é bastante superior ao da média nacional para sorgo (2,83 t ha⁻¹). Resultados experimentais obtidos no Semiárido em cultivos dependentes de chuvas por Santos e Grangeiro (2013) mostraram médias expressivas para a cultivar BRS Ponta Negra, entre 9,52 t ha⁻¹ em São João do Cariri, PB, em 2011, e 3,88 t ha⁻¹ em Várzea, PB, em 2012, enquanto a cultivar BR 601 obteve os melhores rendimentos de grãos, da ordem de 6,59 t ha⁻¹ em São João do Cariri, PB, em 2011, e de 6,51 t ha⁻¹ em Lagoa Seca, PB, em 2010.

Inúmeras são as cultivares de sorgo granífero recomendadas para plantio no País, uma vez que companhias produtoras de sementes têm desenvolvido genótipos adaptados às mais variadas condições ambientais. Para o Nordeste, o Mapa mantém página com o Zoneamento Agrícola de Risco Climático, onde estão relacionadas 59 cultivares de sorgo com aptidão granífera provenientes de 12 companhias produtoras de sementes.

O calendário de plantio de sorgo granífero para os estados do Nordeste pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4. Calendário de plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*) nos estados produtores do Nordeste do Brasil.⁽¹⁾

Unidade federativa	Meses										
	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.
PI		P					C				
CE			P	P	P		C	C			
RN			P	P	P		C	C	C		
PB			P	P	P		C	C			
PE				P	P	P	P	C	C	C	C
BA	P	P	P		C	C	C				

⁽¹⁾P = plantio; C = colheita.

Fonte: Adaptado de Conab (2019).

Cultivares graníferas de sorgo apresentam, de forma geral, porte baixo (em torno de 1,70 m). Proporcionalmente, o peso das panículas contribui com cerca de 60% da massa total da planta, sendo o restante contabilizado por folhas (20%) e colmos (20%).

Aspecto importante em relação ao sorgo granífero é a presença, nos grãos, de tanino (complexo de polímeros fenólicos), que apresenta efeito antinutricional na alimentação de monogástricos, porque forma complexos tanino-proteína, causando diminuição da digestibilidade dessa proteína. Os grãos de sorgo que apresentam pericarpo escuro normalmente apresentam elevado teor de tanino (entre 1,3% e 2% ou mais), enquanto os grãos de pericarpo claro apresentam entre 0,2% e 0,4%. Sorgos com elevado teor de taninos apresentam maior resistência ao ataque de pássaros (Demarchi et al., 1995). A utilização de grãos de sorgo com alto tanino para alimentação animal deve ser balanceada de forma que a digestibilidade da dieta não seja alterada significativamente, principalmente em animais monogástricos, como aves e suínos. O processo de ensilagem reduz o teor de tanino e aumenta a digestibilidade da proteína.

Sorgo forrageiro

O sorgo forrageiro é mais uma opção de cultivo no Semiárido por se tratar de uma espécie bastante adaptada à baixa disponibilidade hídrica durante o ciclo. O agricultor/pecuarista pode utilizá-la para alimentar seu rebanho tanto com forragem verde como com forragem ensilada.

O sorgo apresenta qualidades bastante vantajosas para a produção de forragem no Semiárido, tais como a elevada capacidade de produção de matéria verde com excepcional qualidade nutricional e a capacidade de perfilhamento e rebrota após a colheita.

Cultivares de sorgo com aptidão exclusivamente forrageira produzem principalmente colmos (60%) e folhas (20%), em detrimento de grãos (20%). Essas cultivares são de porte alto, bastante produtivas e, muitas vezes, apresentam colmos sacarinos.

O Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) e a Embrapa têm desenvolvido cultivares de sorgo que são excelentes produtoras de massa verde e de grãos. Essas são conhecidas como sorgos de duplo propósito e podem também apresentar colmos sacarinos, sendo indicadas para as bacias leiteiras no Nordeste brasileiro.

Resultados apresentados por Magalhães et al. (2010), de 25 genótipos de sorgo de duplo propósito cultivados sem irrigação em Sete Lagoas, MG, mostraram produções de matéria seca entre 6,87 t ha⁻¹ e 16,08 t ha⁻¹ com valores de proteína bruta entre 5,24% e 8,26% e teores de fibra em detergente neutro (indicativos do teor de fibra total do volumoso) variando entre 59,03% e 73,40%.

Gomes et al. (2006) avaliaram, em Pentecoste, CE, 11 cultivares de sorgos forrageiro e de duplo propósito sem irrigação e obtiveram produções de matéria seca entre 6,88 t ha⁻¹ ('BRS 701') e 14,83 t ha⁻¹ ('IPA 467-4-2') com teores de proteína bruta de 7,34% e 3,30%, altura de planta de 2,00 m e 4,11 m e florescimento em 45 e 76 dias, respectivamente; esses genótipos são notadamente graníferos ('BRS 701') e forrageiros ('IPA 467-4-2'). Nesses ensaios, foram avaliadas as contribuições proporcionais de cada parte das plantas de sorgo (que variaram entre os genótipos avaliados) de acordo com sua indicação de uso; destaca-se que a panícula é a porção da planta com maiores teores de hemicelulose e proteína bruta, caracterizando-se como o componente da planta com maior valor nutritivo.

Perazzo et al. (2014) analisaram, na Paraíba, 32 cultivares de sorgo que foram divididas em 5 grupos de acordo com suas características comuns. Os autores observaram produções médias de matéria seca de 18,6 t ha⁻¹, 17,2 t ha⁻¹ e 15,0 t ha⁻¹, que corresponderam a produções médias de matéria fresca de 66,9 t ha⁻¹, 60,5 t ha⁻¹ e 50,8 t ha⁻¹ para os grupos 3, 4 e 5, respectivamente. Além disso, observaram altura de plantas de 3,97 m, 4,01 m e 3,58 m e 11,0, 11,0 e 10,1 folhas verdes por perfilho, respectivamente. Esses grupos 3, 4 e 5 foram aqueles que apresentaram alta concentração de características forrageiras.

Os resultados apresentados acima demonstram o grande potencial de produção de forragem do sorgo no Semiárido brasileiro, dependendo apenas da precipitação que ocorre no período chuvoso.

Híbridos de sorgo-sudão e sorgo

A combinação de sorgo-sudão [*Sorghum sudanense* (Piper)] e sorgo já é conhecida há tempos em países como Estados Unidos, Argentina e mesmo nos estados do Sul do Brasil, onde é utilizada há décadas para pastejo direto em plantios de verão (Rodrigues, 2000).

O sorgo-sudão é uma excelente forrageira anual, apresenta alta velocidade de crescimento, perfilhamento e resistência à seca. As combinações híbridas do sorgo-sudão com o sorgo são de rápido crescimento vegetativo e estabelecimento no campo, apresentam grande rusticidade e pouca exigência quanto à fertilidade do solo. Devem ser consideradas também sua alta produção de forragem com bom valor nutritivo e sua facilidade de manejo tanto para pastejo direto como para corte (Rodrigues, 2000).

Sua utilização em forma de silagem não é indicada devido à baixa produção de grãos, à conseqüente menor qualidade da silagem conservada e à elevada umidade da forragem no ponto de ensilagem, quando os grãos estão no estágio leitoso/pastoso. Para a produção de feno, é indicado o uso de plantas com colmos mais finos, que podem ser obtidos com plantios mais adensados. As combinações híbridas de capim-sudão e sorgo apresentam potencial de uso em ambientes semiáridos devido ao seu ciclo curto e rápido estabelecimento.

Esses materiais híbridos, como o 'BRS 800', apresentam, no ponto de pastejo, plantas com 1 m a 1,2 m de altura e teores de proteína bruta entre

9% e 12% no colmo, entre 15% e 18% nas folhas e entre 12% e 16% na planta inteira (Rodrigues, 2000).

Sorgo sacarino

Outra importante característica do sorgo que pode ser explorada é o acúmulo de açúcares no colmo, sem prejuízo de outras características da espécie, como o aspecto forrageiro. A produção de xarope a partir do sorgo sacarino, utilizado como edulcorante em substituição ao açúcar, foi uma importante atividade desenvolvida em comunidades americanas no século 19 (1860) (National Sweet Sorghum Producers & Processors, 2016). Atualmente, a inserção do sorgo sacarino no sistema de produção de destilarias de álcool tem sido preconizada, pois o sorgo sacarino apresenta vantagens como ciclo de 120 dias, capacidade de produção de 35 t ha⁻¹ a 45 t ha⁻¹ de colmo, além de 2 t ha⁻¹ de grãos, com potencial de produção de 2.500 L de álcool a partir do colmo e cerca de 760 L a partir dos grãos. Essa atividade se torna bastante atrativa e viável, porque a cultura pode ser totalmente mecanizada, desde o seu plantio, que é feito a partir de sementes. Essa propriedade do sorgo pode contribuir para reduzir a ociosidade das instalações industriais, produzindo na entressafra da cana-de-açúcar (Teixeira et al., 1999), com demanda hídrica de cerca de 400 mm.

No Semiárido brasileiro, o sorgo sacarino produzido por agricultores familiares e por pequenos ou médios produtores rurais pode fornecer matéria-prima para microdestilarias de etanol e aguardente ou para produtores de rapadura (Ribeiro Filho et al., 2008).

Resultados apresentados por Tabosa et al. (2010) mostraram o desempenho das cultivares IPA 462-4-2 e SF15 em 5 localidades do Rio Grande do Norte, Sergipe e Pernambuco. Essas variedades são indicadas para o uso forrageiro, mas, por seu colmo sacarino, se prestam à produção de açúcares para fermentação. Segundo os autores, essas cultivares produziram, respectivamente, 24 t ha⁻¹ e 27 t ha⁻¹ de matéria seca, 21,1 mil litros e 24,2 mil litros de caldo por hectare com teor médio de sólidos solúveis totais de 14 °Brix e 12 °Brix, plantas com 3,07 m e 3,19 m de altura e uso de 316 L e 310 L de água por quilograma de matéria seca produzida.

É relevante ressaltar que a produção de grãos de sorgo sacarinos não impede sua utilização para extração de caldo para fermentação.

Parrella et al. (2010) informaram que, com o potencial de produção de 0,6 t ha⁻¹ a 5,5 t ha⁻¹ de grãos, o sorgo sacarino está sendo colhido com os grãos e, depois da moagem, obtém-se o bagaço misturado aos grãos, que tem aproveitamento direto ou pode ser ensilado para a alimentação de ruminantes.

Sorgo biomassa

De rápido crescimento (ciclo de cerca de 180 dias) e elevado potencial produtivo (150 t ha⁻¹ de matéria fresca), o sorgo biomassa apresenta a qualidade de gerar energia com poder calorífico similar ao da cana-de-açúcar, eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e capim-elefante (*Pennisetum purpurem*).

Apesar de estar adaptada a outras regiões, a cultivar BRS 716, desenvolvida pela Embrapa para cogeração de energia através da queima de biomassa, é potencialmente indicada para regiões onde a produção de energia para fornos dependa de carvão produzido por fontes não sustentáveis. No polo gesseiro do Araripe, PE, há excelente oportunidade de incorporação dessa tecnologia energética, já que, segundo levantamento realizado pelo IPA, a má gestão do passivo ambiental representa um ponto em desacordo com as determinações legais.

A cultivar BRS 716 pode atingir de 5 m a 6 m de altura, tem elevado teor de fibras (22% a 28%) e baixa umidade na época de corte (50%), sendo, por isso, apropriada para queima em usinas termoeletricas. Em muitas usinas sucroalcooleiras, o negócio da cogeração de energia representa um importante componente na geração de receita.

May et al. (2013) consideraram também a aplicação do sorgo biomassa em programas de produção de álcool de segunda geração devido ao elevado teor de biomassa lignocelulósica da massa fresca colhida desses materiais.

Sorgo forrageiro e sorgo de duplo propósito

Uma importante função de algumas cultivares de sorgo forrageiro é a produção de biomassa rica em carbono para enriquecimento dos sistemas de produção ecológica (Silva et al., 2008), o que é muito importante no Semiárido brasileiro, haja vista a decomposição rápida da matéria orgânica



Figura 5. Desenvolvimento vegetativo da cultivar de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* 'SF15').

por conta das condições climáticas regionais. Na Figura 5, observa-se o desenvolvimento vegetativo da cultivar de sorgo forrageiro SF15.

Inúmeras são as cultivares de sorgo desenvolvidas por companhias sementeiras privadas relacionadas pelo Mapa. O ministério também apresenta, em sua página na internet, a indicação de plantio para cada estado do Brasil através de publicação de portarias de risco climático, que se referem a cultivares graníferas de sorgo e resultam de análises e modelagem de dados de clima e informações fenológicas da cultura do sorgo. Apesar de a principal utilização do sorgo no Semiárido estar relacionada à sua grande adaptação às condições de deficit hídrico e ao seu elevado potencial de produção de forragem, o Mapa não contempla esses genótipos forrageiros em suas portarias.

Tabela 5. Principais características das cultivares de sorgo forrageiro e de duplo propósito (*Sorghum bicolor*) indicadas para o Semiárido.

Característica	Cultivar				
	SF 15	IPA 1011	IPA 467	IPA 2502	BRS Ponta Negra
Altura das plantas (m)	2,50 a 3,50	1,70	2,50 a 3,50	1,80 a 2,00	2,00 a 2,50
Florescimento (dias)	75 a 90	65 a 75	95	65	65 a 75
Ciclo até colheita (dias)	100 a 120	90 a 110	120 a 130	90 a 110	110 a 120
Ciclo até colheita para silagem (dias)	100 a 120	80 a 90	95 a 115	80	110 a 120
Tipo de colmo	Semissacarino	Seco	Sacarino e suculento	Sacarino e suculento	Seco
Produção de grãos (t ha ⁻¹)	2 a 3	3 a 5	2 a 3	3 a 5	3 a 4
Produção de forragem (matéria verde) (t ha ⁻¹)	50 a 80	20 a 30	20 a 30	20 a 30	40 a 60
Proteína bruta (%)	6 a 8	8 a 10	5 a 9	7 a 10	Folha: 16,19 Grão: 9,92
Aptidão	Corte e silagem	Grãos e forragem	Corte e silagem	Grãos e silagem	Duplo propósito

Fonte: Adaptado de Instituto Agronômico de Pernambuco (2000a, 2000b, 2000c), Santos et al. (2007) e Silva et al. (2011).

Apesar disso, instituições como o IPA, a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (Emparn) e a Embrapa têm desenvolvido cultivares de excepcional comportamento forrageiro e de duplo propósito em condições semiáridas (Tabela 5).

Recomendações gerais para cultivo de sorgo (aplicáveis a todos os tipos de sorgo relacionados)

- A época de plantio nas condições do Semiárido é no início da estação chuvosa.
- Em sistemas mecanizados, o controle de ervas daninhas pode ser feito em pré-emergência com atrazina. Em sistemas menos tecnificados, o controle deve ser feito com enxada.
- A adubação e a calagem devem ser conduzidas de acordo com a análise de solo.
- O sorgo é uma espécie de estabelecimento lento. Então, são fundamentais a manutenção da cultura no limpo e o combate às formigas-cortadeiras (*Atta* sp. e *Acromyrmex* sp.) pelo menos até 40 dias após a semeadura.
- O ácido cianídrico (HCN) não representa perigo na silagem, mas não se recomenda que os animais se alimentem do sorgo muito jovem ou da soca com menos de 1 m de altura.
- De forma geral, o espaçamento de plantio pode ser de 80 cm entre sulcos (fileiras) e com densidade de plantio de 15 a 20 sementes por metro linear de sulco, ou de 20 cm entre covas e com 3 sementes por cova.
- A semeadura deve ser feita entre 3 cm e 5 cm de profundidade. Com um bom nível de umidade, a semeadura pode ser mais rasa. Se a umidade decrescer ao longo dos dias, a profundidade pode aumentar. O consumo de sementes nessas condições é entre 8 kg ha⁻¹ a 10 kg ha⁻¹.

Ribas (2008) apresentou sugestões de regulagem de equipamentos de plantio de acordo com diferentes tipos comerciais de sorgo, seus usos e seus espaçamentos recomendados (Tabela 6).

Tabela 6. Recomendação de regulagem de equipamentos para plantio de sorgo (*Sorghum bicolor*).

Aptidão do sorgo	Espaçamento entre linhas (m)	Número de sementes por metro linear	Consumo de sementes (kg ha ⁻¹)	População na colheita (mil plantas por hectare)
Grãos	0,50 a 0,70	15 a 18	6 a 8	140 a 170
Duplo propósito	0,70 a 0,80	18 a 20	6 a 8	140 a 170
Silagem	0,80 a 0,90	13 a 15	5 a 7	90 a 110
Corte verde	0,30 a 0,60	20 a 22	10 a 12	200 a 300
Pastejo/Fenação (plantio em linha)	0,30	20 a 25	15 a 20	400 a 500
Pastejo/Fenação (plantio a lanço)	a lanço	-	20 a 30	600

Fonte: Adaptado de Ribas (2008).

Cultivo da mandioca

O Nordeste brasileiro é atualmente o responsável pela maior produção nacional de mandioca (33,4% da produção nacional no ano de 2010). A produção brasileira de mandioca, em 2016, ficou em torno de 21,08 milhões de toneladas, tendo sofrido uma variação negativa de aproximadamente 3% quando comparada à do ano de 2013 (IBGE, 2016). No ano de 2014, a região Nordeste apresentou maior área colhida (37% do total), apesar de a região Norte ter ficado com a maior produção (35%) quando comparada à produção das demais regiões (Figura 6). Esse resultado reflete a potencialidade para a produção da cultura na região Nordeste, principalmente devido às condições extremas vividas nos últimos anos (estiagem por anos seguidos e altas temperaturas médias anuais).

Aspectos culturais

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais culturas fornecedoras de energia para aproveitamento humano e animal cultivadas no Brasil. Explorada de Norte a Sul do País, tem uma adaptação extraordinária aos ambientes adversos e às diversas condições climáticas: desde as temperaturas mais baixas (quando as áreas de cultivo sofrem geadas) até

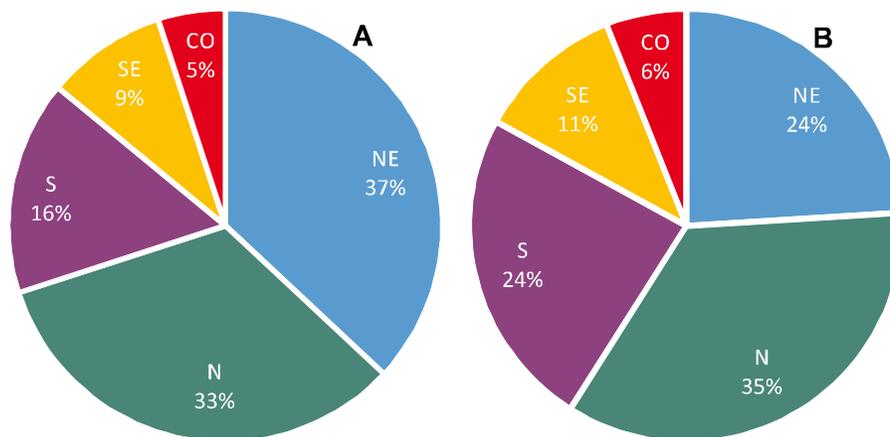


Figura 6. Área colhida (A) e produção de mandioca (B) no ano de 2014 nas regiões brasileiras.

Fonte: IBGE (2014).

as extremamente altas (a exemplo do que ocorre no Semiárido brasileiro). A mandioca mostra-se firme na sobrevivência e conversão de assimilados em amido.

Apesar de ser uma espécie vegetal de grande importância para o Nordeste, cultivada sem muitos tratamentos culturais ou insumos, a mandioca é uma espécie que extrai muitos nutrientes do solo quando comparada a outras de menor porte. Assim, responde bem à adubação, principalmente com fósforo, podendo até mesmo dobrar sua produção por planta quando cultivada com suprimento ideal desse nutriente. Nas áreas dependentes de chuva, a mandioca é comumente plantada sem nenhum tipo de prática agrícola que melhore a qualidade do solo.

Em áreas dependentes de chuva, a utilização de resíduos orgânicos gerados no local associados a consórcios com outras espécies em sistemas de produção agroecológica de mandioca pode melhorar o sistema como um todo, permitindo incremento nos aspectos produtivos e sociais, econômicos e ambientais da propriedade, assim trazendo benefícios diretos e indiretos para o produtor e para o ambiente. A cobertura vegetal produzida por plantas simultâneas, como o guandu (*Cajanus cajan*) e o feijão-caupi, quando deixadas sobre o solo, permite uma redução na evaporação da umidade do solo, além de fornecer, de maneira gradual,

os nutrientes contidos em suas folhas por meio da decomposição dos restos vegetais. Esse aspecto é muito importante principalmente para a mandioca que é colhida depois de dois ciclos (ela permanece no solo por 18 meses, e suas raízes normalmente são colhidas para processamento), diferentemente da mandioca colhida com 6 a 8 meses (destinada a consumo de mesa).

Além do feijão-caupi e do guandu, outras espécies, como a crotalária (*Crotalaria juncea*) ou a gliricídia (*Gliricidia sepium*), podem ser utilizadas como adubo verde em cultivo intercalado com a mandioca, promovendo o fornecimento de nutrientes e minimizando a exportação de nitrogênio, o que favorece muito o cultivo da mandioca e a manutenção de características benéficas do solo por longos períodos (Silva et al., 2009).

Quando o cultivo está sendo desenvolvido em áreas com práticas de manejo ecológico, altamente recomendado para a mandioca, é importante observar que as características biológicas dos solos responderão positivamente às alterações do sistema e podem ser usadas como indicadores de qualidade e sustentabilidade (Vasconcelos et al., 2013). Características como a biomassa microbiana (parte viva da matéria orgânica dos solos que contém a riqueza e diversidade de microrganismos) podem representar indicadores de sustentabilidade em sistemas de conversão agroecológica (Jesus et al., 2005) e deveriam ser mais bem utilizadas para o entendimento das respostas nos sistemas agroecológicos, sejam eles com ou sem a mandioca.

Os solos do Nordeste brasileiro, bem como os da região semiárida, possuem normalmente baixos teores de nutrientes essenciais. Um dos elementos que se apresenta em maior deficiência na maioria das análises de solo é o fósforo, cuja carência pode desencadear uma série de problemas associados ao enfraquecimento do sistema radicular das culturas. O uso de resíduos orgânicos e práticas de manejo agroecológico poderão elevar a produtividade da cultura a um patamar que justifique seu cultivo, sem desperdícios dos resíduos orgânicos gerados nas propriedades e alcançando produtividades realmente adequadas a um sistema de produção de base ecológica.

A exploração dessas áreas com a mandioca tem sido feita de maneira contínua e pouco ou nada é adicionado ao solo ao longo dos anos para manter ou elevar a fertilidade natural. Esse aspecto torna-se grave para o

sistema agrícola com o passar do tempo, pois a cultura tende a entrar em degenerescência por ser alvo de um círculo vicioso envolvendo o solo e a espécie cultivada, como apresentado na Figura 7.

Além da baixa fertilidade do solo em parte da região semiárida para o cultivo da mandioca, o clima torna-se outro obstáculo que oportuniza diversos tipos de pragas, como os ácaros. Para tentar quebrar o círculo vicioso descrito na Figura 7, é necessário seguir um roteiro comum para culturas de um modo geral, adotando a análise de solo como ponto de partida e uma recomendação de adubação mínima (baseada principalmente na correção da acidez e na adição de fósforo) para que a planta possa desenvolver-se de forma adequada. Para a correção da acidez do solo, pode ser usado calcário dolomítico na proporção de 1 t ha^{-1} a 2 t ha^{-1} , de acordo com pH e teores de cálcio e alumínio constantes na análise de solo, conforme explica Souza et al. (2009).

Mesmo em áreas de regime hídrico extremamente seco, esse roteiro dá bons resultados. Por exemplo, na região do município de Acauã, PI, situado em área dependente de chuva, o uso da calagem praticamente dobrou a produtividade de mandioca, fazendo com que essa planta alcançasse patamares de produtividade em torno de 25 t ha^{-1} (Silva et al., 2009).

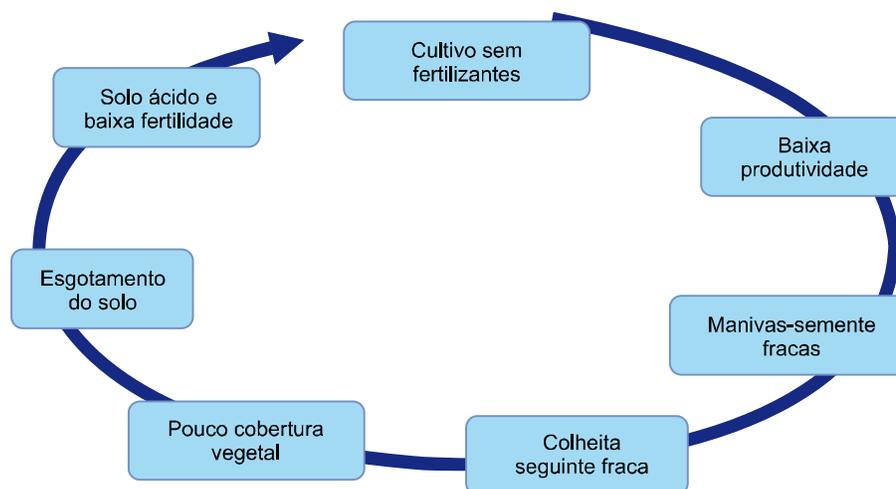


Figura 7. Esquema de degenerescência da cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solos arenosos ou Latossolos na região semiárida.

Esse aspecto tem grande importância diante de todo o investimento financeiro e humano sobre a cultura, que permanece mais de 1,5 ano ocupando a área e, muitas vezes, precisa ser processada para que seja comercializada. Nesse caso, a melhoria das condições do solo com a calagem, mesmo em áreas dependentes de chuva (Figura 8), poderá garantir que todo esse investimento seja economicamente viável visto que o calcário ou uma fonte de fósforo a ser utilizada estará no solo por muito tempo, não sendo necessário que essa prática seja feita em todos os anos de plantio.

Na adoção de sistemas de cultivo de mandioca de base ecológica, a premissa básica é conhecer profundamente a área e os proprietários objetivando atender à demanda colocada por eles, porém, adequando-a, se possível, ao ambiente a ser trabalhado. A decisão de realizar uma atividade sob a ótica ecológica, para qualquer cultura, tem maior poder de acerto simplesmente quando se levam em consideração os elementos existentes na propriedade rural, aproveitando-os de forma racional e benéfica. A identificação e o uso de resíduos, por exemplo, é uma prática a ser usada e disseminada nessas áreas sob sistema ecológico, pois traz consigo uma



Foto: Alineaura F. Silva

Figura 8. Aplicação de calcário em área dependente de chuva na comunidade Vira Beiju, no município de Petrolina, PE, em 2013.

série de vantagens para o solo, para a cultura e, por conseguinte, para o agricultor.

É importante salientar que, no Semiárido, independentemente da cultura, as práticas agrícolas que mais resultam em desenvolvimento bem sucedido das plantas são aquelas que remetem à manutenção ou elevação da umidade do solo, tais como a adubação, a fertilização, a capina para o controle de ervas daninhas, o controle de pragas, a cobertura morta ou os cultivos simultâneos. A manutenção da cobertura morta em todas as culturas, por exemplo, é algo que mantém patamares de produtividade de forma significativa.

Os cultivos simultâneos também são muito bem-vindos para melhorar a produção da mandioca. As plantas mais frequentemente utilizadas no cultivo simultâneo com a mandioca na região semiárida são feijão-caupi, amendoim, abóbora e sorgo (Silva et al., 2009), podendo ser utilizadas num sistema dinâmico em conjunto, como o apresentado na Figura 9, o que resulta em diversos benefícios à cultura principal.

A mandioca permanece entre 12 e 18 meses no solo. Se houver chuvas suficientes, a planta desenvolve boa massa foliar e grande quantidade de

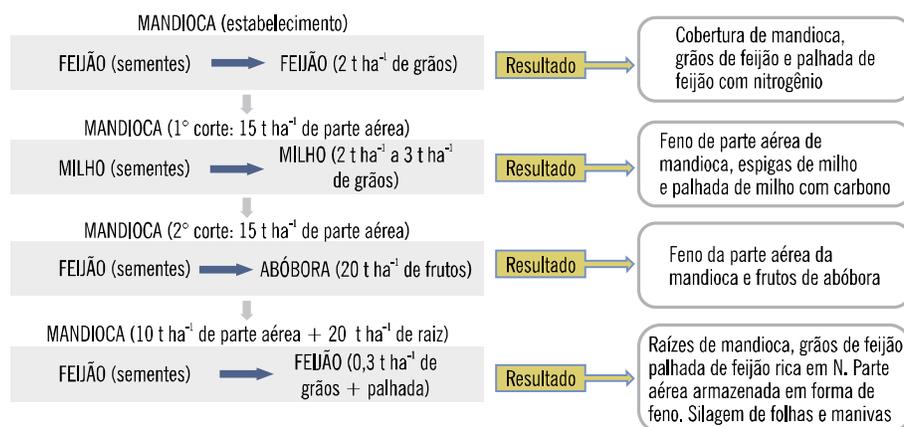


Figura 9. Opções de cultivos simultâneos com mandioca-brava (*Manihot esculenta* Crantz), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*) e abóbora (*Cucurbita* sp.) com indicação do que cada uma das culturas pode produzir comercialmente ou na forma de palhada

Fonte: Silva et al. (2014).

maniva e raízes que podem ser utilizadas na transformação em farinha ou ração (Silva et al., 2013). Esse crescimento e alta produção podem desencadear um processo de empobrecimento do solo e do cultivo, seguindo-se anos com manivas-semente cada vez mais pobres. Por isso, é importante tomar medidas (como as citadas acima) no manejo ecológico e nas culturas sucessivas para evitar esse processo de degeneração das áreas e da planta da mandioca. O feijão-caupi (também chamado de feijão-de-corda) é ótima opção para cultivo simultâneo ou após a colheita da mandioca, pois se desenvolve bem mesmo em condições dependentes de chuva, como apresentado na Figura 10.

Outro aspecto relevante para os sistemas de produção mais sustentáveis de mandioca é a diversificação de variedades. Constantemente, trabalhos da Embrapa estão voltados a estudar as melhores cultivares de mandioca para os diversos ambientes. Dentre as variedades recomendadas para a região semiárida brasileira, podem-se citar as lançadas pela Embrapa Mandioca e Fruticultura de nomes 'BRS Formosa', 'Arari', 'Mani Branca', 'BRS Aramaris', 'Amansa Burro', 'BRS Kiriris', 'BRS Prata' e 'Rosa' (Souza et al., 2009). Além dessas, algumas outras cultivares, como a 'Brasília' e a 'Engana Ladrão' também se comportam de maneira satisfatória em áreas dependentes de chuva, implicam baixo uso de insumos e geram resultados positivos tanto



Foto: Alineaurea F. Silva

Figura 10. Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em cultivo simultâneo com o feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) na comunidade Vira Beiju, no município de Petrolina, PE, em 2014.

para a alimentação humana, processada ou in natura, quanto para o uso forrageiro no preparo de feno da parte aérea e de raspa desidratada das raízes (Silva et al., 2008; Silva, 2011).

Resumo das recomendações para cultivo de mandioca em área dependente de chuva

- Aquisição de manivas-semente com atestada qualidade agrônômica e fisiológica.
- Época de plantio: estação chuvosa, após acúmulo aproximado de 30 mm de chuva e preparo adequado do solo, de acordo com o zoneamento agrícola indicado pelo Mapa.
- Produtividade esperada em área dependente de chuva com uso mínimo de insumos: entre 8.000 kg ha⁻¹ e 25.000 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio em cultivo solteiro: 1,0 m x 1,0 m, sendo 1,0 m entre fileiras e 1,0 m entre plantas, com uma planta por cova. Isso equivale a aproximadamente 10 mil plantas por hectare.
- Espaçamento e densidade de plantio em cultivo simultâneo: 1,0 m x 2,0 m, 1,0 m x 3,0 m ou 1,0 m x 1,0 m x 4,0 m em fileiras duplas, mantendo-se espaço maior para transporte de insumos ou passagem de equipamentos.
- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, prioriza-se elevar o pH a 5,5 e associar o uso de resíduos orgânicos locais, como o esterco.
- Manutenção de capinas periódicas: é importante na fase inicial para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.
- Plantio: pode ser feito com pedaços de manivas (de tamanho entre 8,0 cm e 15 cm) a 15 cm de profundidade colocadas em posição horizontal, vertical ou inclinada.

Cultivo do feijão-caupi

Aspectos culturais

Para todos os brasileiros (e, evidentemente, também para os nordestinos), o feijão-caupi é a base da alimentação. O feijão-caupi é uma planta que se desenvolve nos mais diversos solos e responde a determinados tratos simples, como a capina. Mesmo só sendo admitidas no período de pré-colheita, as ervas espontâneas, quando em excesso, podem dificultar a operação (Figura 11).

Apesar de o feijão-caupi ter estruturas (nódulos ou rizóbios) em suas raízes para fixação de nitrogênio como nutriente para seu crescimento, seu desenvolvimento é adequado e acelerado se forem tomadas as devidas providências para correção de solos e adotados tratos culturais rotineiros adequadamente e no tempo certo. Além da cultivar Pujante, já conhecida entre os plantadores de feijão, as cultivares BRS Tapaihum, BRS Acauã e BRS Carijó também são alternativas testadas e apontadas pela Embrapa para regiões que sofrem deficit hídrico extremo.



Foto: Amadeu Regitano Neto

Figura 11. Feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no ponto de colheita com a presença de algumas ervas espontâneas em Petrolina, PE, em 2010.

Nos últimos anos, o feijão-caupi ganhou maior importância nos sistemas agrícolas de produção; suas sementes constam na lista básica de órgãos governamentais para distribuição e têm tido boa venda entre agricultores familiares, constituindo um produto de bom valor comercial na maior parte do ano. Os preços do feijão-caupi nos mercados local e regional dependem diretamente do sucesso das safras principalmente nas áreas dependentes de chuva. Esse aspecto define em que patamares poderão estar os preços ao consumidor ou mesmo ao agricultor. As oscilações de safra e área colhida variam muito ao longo dos anos.

Algumas culturas são consideradas espécies compatíveis com o feijão-caupi (também conhecido como feijão-de-corda ou macassar), porque, durante seu ciclo, podem se desenvolver de maneira satisfatória quando cultivadas simultaneamente com essa espécie, como girassol (*Helianthus annuus*), amendoim, abóbora (também chamada de jerimum). Esse aspecto é muito importante na região semiárida, tendo em vista o aproveitamento da área e do solo e a diversificação de cultivos para a quebra do ciclo de pragas eventuais. Diante disso, podem-se listar algumas espécies que, cultivadas junto com o feijão-caupi, crescem mais adequadamente e aproveitam melhor os nutrientes que o feijão-caupi consegue fixar

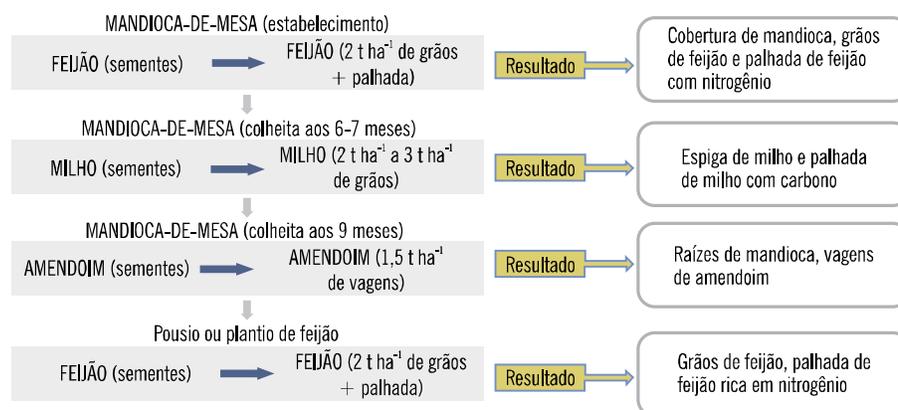


Figura 12. Opções de cultivos simultâneos com mandioca-de-mesa (*Manihot esculenta* Crantz), feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), milho (*Zea mays*) e amendoim (*Arachis hypogaea*) com indicação do que cada uma das culturas pode produzir comercialmente ou na forma de palhada.

Fonte: Silva et al. (2014).

no solo, como apresentado no esquema da Figura 12. Uma dessas culturas é a mandioca, que, inclusive, tem um ciclo fenológico mais longo do que o do feijão-caupi, de modo que pode aproveitar os nutrientes não apenas fixados no solo pela leguminosa (mesmo após a colheita dos grãos), mas também os provenientes dos restos culturais deixados sobre o solo (Figura 12).

Diversas cultivares de feijão-caupi são plantadas na região semiárida e adaptam-se aos diferentes tipos de solos e condições climáticas, como a linhagem 'Paulistinha', testada para condições climáticas do Semiárido e de baixo uso de insumos (Vilarinho et al., 2010). Algumas delas, como a cultivar conhecida pelos agricultores como 'IPA 6', têm melhor performance nessas condições, mas nem sempre a perfeita adaptação anda junto da aceitação por parte do consumidor, como ocorre com a cultivar conhecida pelos agricultores como 'Canapu'. Por isso, muitos anos de trabalho de pesquisadores da Embrapa Semiárido (em Petrolina, PE), do IPA e da Embrapa Meio-Norte (em Teresina, PI) foram dedicados a aliar as melhores respostas fitotécnicas às características de aceitação do consumidor, como espessura da pele, teores de nutrientes e tamanho do grão (Santos et al., 2008; Santos, 2011). Atualmente, cultivares de feijão-caupi, como 'Pujante', têm boa aceitação no mercado por apresentar formato de grão e sabor compatíveis com o que deseja o consumidor do Semiárido (Santos et al., 2007), além de terem sido testadas em ambiente semiárido, o que dá mais uma garantia de adaptação ao clima e solo dessa região.

Resumo das recomendações para cultivo de feijão-caupi em área dependente de chuva

- Época de plantio: início da estação chuvosa, de acordo com o zoneamento agrícola do Mapa.
- Produtividade esperada em área dependente de chuva, com uso mínimo de insumos: entre 600 kg ha⁻¹ e 1.200 kg ha⁻¹.
- Espaçamento e densidade de plantio: 0,8 m x 0,5 m, sendo 0,8 m entre fileiras e 0,5 m entre plantas, com duas sementes por cova.
- Correção do solo e adubação: de acordo com a análise de solo, prioriza-se o uso de resíduos orgânicos locais, como o esterco.

- Manutenção de capinas periódicas: é importante na fase inicial para o estabelecimento da cultura e o aproveitamento máximo da disponibilidade hídrica.

Considerações finais

As culturas alimentares exercem grande influência sobre o bem-estar e sobrevivência do homem do campo. Desde os tempos mais remotos, o cultivo dos grãos e a escolha da variedade apropriada para cada região eram motivos de festa ou até mesmo de disputa. Apesar de a agricultura em condições de semiaridez, num sistema de base familiar, representar certa insegurança quanto à geração de dividendos, as pesquisas apontam que essa prática hoje serve não apenas como fornecedora de alimentos, forragem e renda, mas também como fonte de resíduos orgânicos importantes para a manutenção ou elevação da resiliência a médio e longo prazos.

O conjunto de pesquisas voltadas para o cultivo de espécies alimentares/forrageiras anuais, como milho, feijão, mandioca e sorgo, deram um bom suporte técnico, nos últimos anos, principalmente para a oferta de cultivares mais promissoras, para as técnicas de cultivo mais simples e eficazes, para o aproveitamento integral da planta e para o armazenamento como método para manter o alimento durante os períodos de longas estiagens.

O aporte de recursos de fontes financiadoras externas, muitas vezes, permite um cultivo mais racional dentro dos moldes de conveniência para as áreas dependentes de chuva. Porém, mesmo com todo o aparato técnico-financeiro em torno dessa atividade, faz-se necessário reforçar que a agricultura de base familiar no Semiárido carece de uma assistência técnica mais atuante que possa otimizar os recursos investidos, acompanhar as dificuldades quanto à falta de umidade no solo, levar ao agricultor as inovações que são alcançadas pela pesquisa e ser, enfim, um elo entre os resultados ofertados pela ciência e a validação pela prática dos agricultores.

Diante dos cenários de estiagem que se materializam desde o ano de 2010 na região do Semiárido nordestino, não se pode imaginar uma agricultura de base familiar em áreas dependentes de chuva sem esse acompanhamento da assistência técnica no campo, promovendo a adequação e a adoção dos principais resultados de pesquisa.

Referências

AMORIN, S. L. de; MEDEIROS, R. M. T. de; RIET-CORREA, F. Intoxicação por plantas cianogênicas no Brasil. *Ciência Animal*, v. 16, p. 17-26, 2006.

CARVALHO, H. W. L. DE; SANTOS, M. X. DOS; SILVA, A. A. G. DA; CARDOSO, M. J.; SANTOS, D. M. DOS; TABOSA, J. N.; MICHERFF FILHO, M.; LIRA, M. A.; BOMFIM, M. H. C.; SOUZA, E. M. DE; SAMPAIO, G. V.; BRITO, A. R. DE M. B.; DOURADO, V. V.; TAVARES, J. A.; NASCIMENTO NETO, J. G. DO; NASCIMENTO, M. M. A. DO; TAVARES FILHO, J. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. DE; CARVALHO, B. C. L. DE. **Caatingueiro – uma variedade de milho para o semi-árido nordestino**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 29).

CARVALHO, H. W. L.; GAMA, E. E. G.; PACHECO, C. A. P. **BRS Gorutuba**: variedade de milho superprecoce. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 104).

CONAB (Brasil). **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, v. 6 – safra 2018/19 – Sétimo levantamento**. Brasília, DF, 2019. p. 1-69.

DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. *Zootecnia*, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.

ESTADOS UNIDOS. United States Department of Agriculture. **World Agricultural Production**. 2019. (Circular Series WAP 4-19).

GOMES, S. O.; PITOMBEIRA, J. B.; NEUMAN, J.; NEIVA, M.; DUARTE, J. Comportamento agrônomo e composição químico-bromatológica de cultivares de sorgo forrageiro no Estado do Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2006.

IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric>>. Acesso em: 6 mar. 2014.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. **Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=839&z=t&o=11>>. Acesso em: 6 abr. 2016.

IGARASI, M. S.; ARRIGON, M. B.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; MARTINS, C. L.; OLIVEIRA, H. N. Desempenho de bovinos jovens alimentados com dietas contendo grão úmido de milho ou sorgo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 3, p. 513-519, mar. 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000300017.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Sorgo sacarino de elevada produção de biomassa para corte e silagem.** Recife, 2000c. (SORGO. IPA 467 - Seleção 2000). 1 Folheto.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Variedade de sorgo de dupla finalidade:** produção de grãos e forragem. Recife, 2000a. (SORGO. IPA 1011 - Seleção 2000). 1 Folheto.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO. **Sorgo sacarino, sem tanino e dupla finalidade:** produção de grãos e silagem. Recife, 2000b. (SORGO. IPA 2502 - Seleção 2000). 1 Folheto.

JESUS, E. da C.; MOREIRA, F. M. de S.; FLORENTINO, L. A. RODRIGUES, M. I. D.; OLIVEIRA, M. S. de. Diversidade de bactérias que nodulam sítro em três sistemas de uso da terra da Amazônia Ocidental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 8, p. 769-776, ago. 2005

MAGALHÃES, R. T.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RODRIGUES, J. A. S.; FONSECA, J. F. Produção e composição bromatológica de vinte e cinco genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 3, p. 747-751, 2010.

MAY, A.; SILVA, D. D.; SANTOS, F. C. **Cultivo do sorgo biomassa para cogeração de energia elétrica.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 65 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 152).

MELO, R. F. de; BRITO, L. T.; PEREIRA, L. A.; ANJOS, J. B. Avaliação do uso de adubo orgânico nas culturas de milho e feijão caupi em barragem subterrânea. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, p. 1264-1270, 2009.

MOURA, M. S. B. de; GALVINCIO, J. D.; BRITO, L. T. de L.; SOUZA, L. S. B. de; SÁ, I. I. S.; SILVA, T. G. F. da. **Clima e água de chuva no semi-árido.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36534/1/OPB1515.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2018.

NATIONAL SWEET SORGHUM PRODUCERS & PROCESSORS – NSSPP. Disponível em: <www.nssppa.org>. Acesso em: 4 abr. 2016.

OLIVEIRA, I. R.; ANJOS, J. L.; TAVARES, E. D.; CURADO, F. F.; CUENCA, M. A. G.; SILVA, M. A. S.; MANOS, M. G. L.; RODRIGUES, R. F. A.; CARVALHO, H. W. L. **Avaliação do impacto social da variedade de milho BRS sertanejo no Nordeste do Brasil.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007 (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 69).

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de

cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade**: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

PERAZZO, A. F.; CARVALHO, G. G. P. de; SANTOS, E. M.; CAPOS, F. S.; MACEDO, C. H. O.; AZÊVEDO, J. A. G.; TABOSA, J. N. Agronomic evaluation of 32 sorghum cultivars in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 5, p. 232-237, May 2014. DOI: 10.1590/S1516-35982014000500002.

RIBAS, P. M. Plantio. In: CULTIVO do Sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORENCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 1, p. 9-16, 2008.

RODRIGUES, J. A. S. Utilização de forragem fresca de sorgo (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sob condições de corte e pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: Ed. da Ufla, 2000. p. 179-201.

SANTOS, A. da S. dos; CURADO, F. F.; SILVA, E. D. da; PETERSEN, P. F.; LONDRES, F. (Ed.). **Pesquisa e política de sementes no semiárido paraibano**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2012. 59 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 179).

SANTOS, C. A. F. Melhoramento do feijão-caupi para temperaturas moderadas e elevadas no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, p. 1151-1162, 2011.

SANTOS, C. A. F.; BARROS, G. A. de A.; SANTOS, I. C. N.; FERRAZ, M. G. de Sá. Comportamento agrônômico e qualidade tecnológica de grãos de linhagens de feijão-caupi avaliadas no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 404-408, 2008.

SANTOS, F. G.; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P. de; PITTA, G. V. E.; CASEKA, C. R.; FERREIRA, A. S. **BRS Ponta Negra variedade de sorgo forrageiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (EMBRAPA MILHO E SORGO. Comunicado técnico, 145).

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I. T. Desempenho produtivo de cultivares de sorgo forrageiro e granífero na Paraíba. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 2, p. 49-55, 2013.

SANTOS, M. L. de S.; SILVA, M. R. B. da; SANTOS, J. M. R. dos; MELO, R. F. de; GUIMARÃES, M. J. M. Desenvolvimento e produção do milho BRS Gorutuba submetido a diferentes níveis de disponibilidade de água no solo e adubo orgânico. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 11., 2016, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 185-190. 1 CD-ROM. (Embrapa Semiárido. Documentos, 271).

SANTOS, R. C. dos; GONDIM, T. M.; SILVA, A. F. S.; ARRIEL, N. H. C., P. de A.; SILVA FILHO, J. L. **Manejo do amendoim rasteiro no nordeste brasileiro**. Petrolina, 2012b. (Circular técnica, 98).

SANTOS, R. C. dos; SILVA, A. F.; GONDIM, T. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. O. L. de; ARAÚJO NETO, R. B. de; SAGRILLO, E.; VASCONCELOS, R. A. de; MELO FILHO, P. de A.; SILVA FILHO, J. L. da. Stability and adaptability of runner peanut genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1118-1124, ago. 2012a.

SILVA, A. F.; CORREIA, R. C.; WILKER, L. N. Dinâmica de cultivos simultâneos para áreas dependentes de chuva no semiárido. In: ENCONTRO DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE, 3., 2014, Recife. [**Anais...**] Recife: UFPE, Prodem, 2014.

SILVA, A. F. Identificação e avaliação e materiais genéticos existentes no BAG de mandioca do Semiárido com potencial para uso em sistemas de produção de base agroecológica. In: MEDEIROS, C. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; STRASSBURGER, A. S. (Ed.). **Transição agroecológica: construção participativa do conhecimento para a sustentabilidade: projeto macroprograma 1: resultados de atividades 2009-2010**. Brasília, DF: Embrapa; Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. p. 137-141.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedades de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, p. 221-235, 2013.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; FRANÇA, C. R. R. S.; MAGALHÃES, C. A. de S.; ARAÚJO, C. R. de; AZEVEDO, S. G. de. Produção de diferentes variedades de mandioca em sistema agroecológico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 33-38, 2009.

SILVA, A. F.; SANTANA, L. M. de; SANTOS, A. P. G.; COELHO, A. I. de A.; PONTES, G. M. de A.; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedade de mandioca submetida a diferentes adubações na comunidade de Lagedo. Petrolina, PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2. 2008, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. p. 427.

SILVA, F. G.; BRITO, C. F. de; OLIVEIRA, J. A.; RODRIGUES, J. P.; TABOSA, J. N.; SILVA FILHO, J. G. **Sorgo Silageiro SF-15 para a bacia leiteira de Alagoas e regiões similares**. Alagoas, 2011. Secretaria de Estado de Agricultura e do Desenvolvimento Agrário, AL. Folheto Emater-AL, 2011.

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**. Recife: Embrapa Solos, 2008 (Comunicado técnico, 40).

SOUZA, L. da S.; SILVA, J. da; SOUZA, L. D.; GOMES, J. C. Calagem e adubação para a mandioca. In: BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. (Ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, laranja, tangerina, lima ácida, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 126-144.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; NASCIMENTO, M. M. A do; LIMA, J. M. P. de; SILVA, F. G. da; SILVA FILHO, J. G. da; BRITO, A. R. M. B.; RODRIGUES, J. A. S. O sorgo sacarino no semiárido brasileiro: elevada produção de biomassa e rendimento de caldo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO e SORGO, 28, 2010. Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD ROM.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; ZARONE, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV: DZO, 2006. 329 p.

VASCONCELOS, J. M. G.; MOURÃO, A. E. B.; CAVALCANTE, A. C. R.; FRANCO, F. S. Práticas agroecológicas de convivência com o semiárido adotadas por agricultores familiares no Sertão Cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 1., 2013, Iguatu. [Anais...] Iguatu: SBRNS, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/89113/1/AAC-Praticas-agroecologicas.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2014.

VILARINHO, A. A.; SILVA, A. F.; ROCHA, M. de M. **Avaliação de genótipos de feijão-caupi sob condições de baixo uso de insumos**. Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2010 (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26).

