

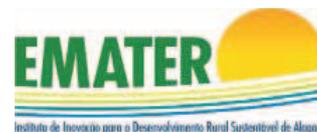
TECNOLOGIAS POTENCIAIS PARA UMA **AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**



Editores

Márcia do Vale Barreto Figueiredo
Deise Maria Passos da Silva
José Nildo Tabosa
Júlio Zoé de Brito
José Geraldo Eugênio de França
Múcio de Barros Wanderley
Antonio Santana dos Santos Filho
Eline Waked Ferreira Gomes
Geraldo Majella Bezerra Lopes
José de Paula Oliveira
Antonio Dias Santiago
Fernando Gomes da Silva
Maria Inês Nogueira Pacheco
Cristina Cavalcante Félix da Silva

IPA/ EMATER-AL
Recife-PE
2013



Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA
Vinculado à Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária

TECNOLOGIAS POTENCIAIS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Editores

Márcia do Vale Barreto Figueiredo

Deise Maria Passos da Silva

José Nildo Tabosa

Júlio Zoé de Brito

José Geraldo Eugênio de França

Múcio de Barros Wanderley

Antonio Santana dos Santos Filho

Eline Waked Ferreira Gomes

Geraldo Majella Bezerra Lopes

José de Paula Oliveira

Antonio Dias Santiago

Fernando Gomes da Silva

Maria Inês Nogueira Pacheco

Cristina Cavalcante Félix da Silva

Recife, PE

2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos:

INSTITUTO AGRONÔMICO DE PERNAMBUCO-IPA

Departamento de Apoio Técnico
Supervisão de Publicação e Documentação
Av. Gen. San Martin, 1371 – Bongí – Caixa Postal 1022
50761-000 – Recife, PE
Fones: (81) 3184-7255/ 3184-7305 – Fax: (81) 3184-7255
Home page: <http://www.ipa.br>
E-mail: biblioteca@ipa.br

INSTITUTO DE INOVAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL –Emater-Seagri/AL

Rua Cincinato Pinto, 348, Centro, CEP 57020-050- Maceió-AL.
Fones: (82) 3315-7077 - Fax: (82) 3315- 7078
Home page: <http://www.emater.al.gov.br>
E-mail: emateral@hotmail.com

Comitê Editorial:

Presidente: Múcio de Barros Wanderley

Secretária: Maria do Carmo Ferreira dos Santos

Membros: Antonio Raimundo de Sousa, Fernando Antônio Távora Gallindo, João Emmanoel Fernandes Bezerra, Vanildo Alberto Leal Bezerra Cavalcanti, Ana Paula Gomes da Silva, Mariza Brandão Chaves, Carlos Henrique Madeiros Castelletti

Normalização bibliográfica: Almira Almeida de Souza Galdino

Revisão de texto: Austriclino Garcia Galindo

Editoração eletrônica, ilustração e impressão: CCS – Gráfica e Editora

Capa: Ângela dos Anjos Vilela

Fotos da capa: José Nildo Tabosa, Wilson José de Melo e Silva Maia, Araeska C. A. Ferreira, Marcos José Correia.

1ª edição

1ª impressão (2013): 300 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

Instituto Agronômico de Pernambuco – IPA
Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável- Emater

T255p Tecnologias potenciais para uma agricultura sustentável / editores, Márcia do Vale Barreto Figueiredo [et al.]. – Recife, PE: Instituto Agronômico de Pernambuco – Ipa/Emater/Seagri-AL, 2013.
356p.

ISBN 978-85-60827-11-4

1. Micro-organismos. 2. Biomassa microbiana. 3. Exopolissacarídeos. 4. Metabolismo fotossintético. 5. Manejo. 6. FMA. 7. Plantio direto. I. Figueiredo, Márcia do Vale Barreto.

CDD 631.584

© IPA 2013

7

CULTIVO DO SORGO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: POTENCIALIDADES E UTILIZAÇÕES

José Nildo Tabosa¹; Alexandre Hugo César Barros²; Ana Rita de Moraes Brandão Brito³; Josimar Bento Simplicio⁴

1. Introdução

O sorgo é uma planta de origem tropical, adaptada às regiões de clima árido e semiárido, exigindo essas condições para poder expressar seu potencial de produção. É uma cultura considerada resistente a períodos secos, notadamente em regiões do Semiárido brasileiro. Nessa região, as áreas produtoras localizam-se principalmente nas mesorregiões sertanejas na interface de transição das regiões do agreste e similar. Neste contexto, as áreas de cultivo de sorgo granífero são reduzidas, em vista das limitações físicas da estrutura fundiária e das limitações do módulo produtivo. Em adição, é importante salientar que a área delimitada pelo chamado Semiárido brasileiro abrange a maior parte dos Estados da Região Nordeste com um percentual de 86,48%, ocupando também a região setentrional do Estado de Minas Gerais com 11,01% e uma porção do Estado do Espírito Santo com 2,51% (FETRAECE, 2012). Neste âmbito, o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF, s.d.), veicula que o semiárido brasileiro compreende 1.142.000 km² de área e reúne cerca de 1.500 municípios dos seguintes Estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe. Possui uma população de 26,4 milhões de habitantes, cerca 15,5% da população brasileira. Neste caso, o Semiárido brasileiro pode ser considerado o maior do mundo em extensão territorial, ficando somente abaixo em população, quando comparado com regiões da Índia e da China. Na figura 1 é mostrada a delimitação da área física dessa região.

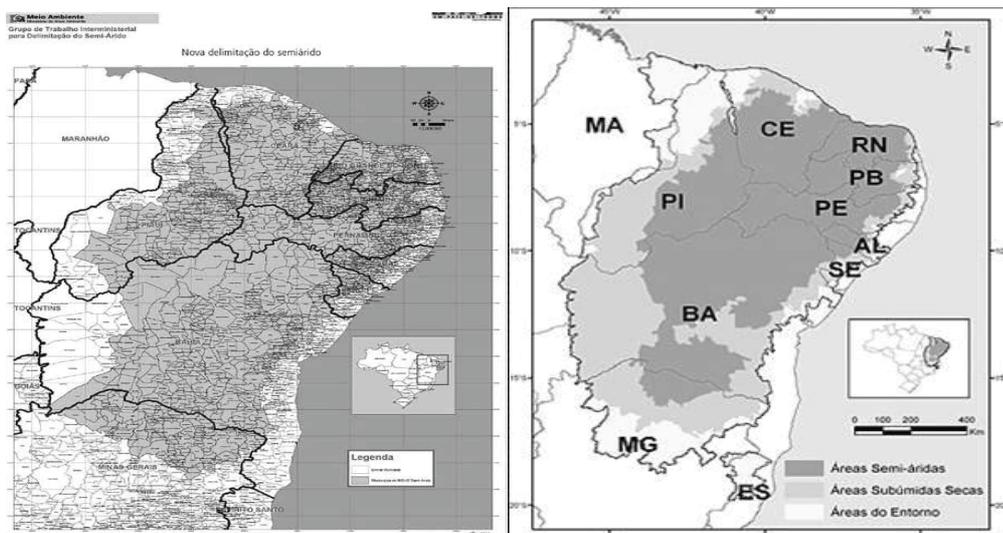
¹ Engenheiro agrônomo, D.Sc. Pesquisador do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA e Supervisor de Programa de Pesquisa. E-mail: nildo.tabosa@ipa.br

² Engenheiro agrônomo, D. Sc. Pesquisador da Embrapa Solos – UEP

³ Engenheira agrônoma M.Sc. Pesquisadora do IPA

⁴ Engenheiro agrônomo, D.Sc. Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE- Unidade Acadêmica se Serra Talhada

Figura 1. Área delimitada do Semiárido brasileiro. Fonte: Brasil (2007); Asa Brasil (2009).



Semiárido + subúmido seco + área do entorno = 1.133 municípios

Com relação ao clima, esta região de abrangência do semiárido brasileiro é delimitada externamente pelas isoietas de 800 mm anuais, sendo verificadas no seu interior, precipitações pluviiais anuais da ordem de 300 mm. Geralmente, o período seco estende-se de seis a oito meses, podendo chegar até 11 meses nas zonas de aridez mais acentuadas (JACOMINE, 1996). Com relação aos aspectos geofísicos, SÁ et al., (2004), identificaram 20 macrorregiões ou unidades de paisagem, compondo 172 unidades geoambientais. Nesta região, a variabilidade de ambientes observados, de acordo com AB'SABER (1984), provém de diferentes combinações dos componentes abióticos, dentre os quais as condições termopluiométricas seguidas de propriedades litoestruturais, posicionamento topográfico e heranças paleoclimáticas. Em face do exposto, a expressão “semiárido da região nordeste do Brasil” poderá substituir a expressão “semiárido brasileiro” que por sua vez representa maior dimensão e maior escopo. As classes de solos dessa região (ZANE, 2000) que possuem aptidão plena e regular para a cultura do sorgo compreendem 21% de Latossolo Vermelho e Vermelho-Amarelo e 15% de Argissolo, totalizando assim, 36% do território.

De conformidade com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as Portarias de Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cada Unidade da Federação, compreendem o resultado de análises e modelagem de dados climáticos e de observações de ordem fenológica e das exigências mínimas de cada cultura a ser zoneada “*per si*”. Esse estudo

envolve diferentes instituições (Embrapa, Empresas Estaduais de Pesquisa Agropecuária, como o IPA-PE, SEAGRI-AL, EMPARN-RN, etc., além de consultorias especializadas, desde monitoramento por satélite, considerações dos especialistas de cada cultura envolvida até as considerações e observações locais por aparte dos produtores).

Assim, para a cultura do sorgo, vem sendo levado em consideração o zoneamento da cultura para cada um dos Estados do Nordeste. Neste âmbito, a região semiárida apresenta condições agroecológicas distintas, com variações em termos de clima, vegetação, solo, recursos hídricos etc., possibilitando o aparecimento de ambientes com diferentes potencialidades de exploração de diversos tipos de sorgo. Daí, a importância dessa ferramenta no sistema de produção de sorgo regional. Tabosa et al. (2002) reportam dados de ciclo e de comportamento produtivo da cultura do sorgo granífero, forrageiro e de duplo propósito, sob condições climáticas desfavoráveis e sob condições adequadas de solo e de clima. Por sua vez, os Estados produtores de sorgo granífero que compõem o semiárido brasileiro (MA, PI, CE, RN, PE, BA, ES e MG) possuem área média de cultivo de cerca de 150 a 195 mil hectares, no último quadriênio de 2007 a 2010 (IBGE, 2010). Com relação ao sorgo forrageiro e de duplo propósito, não há disponibilidade de dados oficiais sobre suas respectivas áreas de cultivo. É sabido que estas são importantes e representam suporte forrageiro para a pecuária regional.

O presente texto avança pouco sobre o que já foi informado sobre o cultivo do sorgo no semiárido, em vista dos avanços tecnológicos conhecidos e já detectados com relação à adequação da cultura com estresse hídrico e outras adversidades ambientais. O presente conteúdo contém, ainda, uma divulgação atualizada de conhecimentos já revisados, incluindo o sistema de produção para cultura do sorgo no semiárido brasileiro no contexto deste Congresso Nacional de Milho e Sorgo.

2. Desenvolvimento

2.1 A importância do sorgo granífero no contexto mundial, nacional e regional

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) provavelmente foi “domesticado” na Etiópia, cerca de 5.000 anos atrás, e em seguida cultivado na África Ocidental, desde o Sudão até o rio Niger. Esta “domesticação” possivelmente se processou cerca de 1.500 anos antes de serem desenvolvidos os primeiros arados de madeira (FERNANDES, 1981). É uma cultura relativamente nova nas Américas, tendo sido introduzida nos Estados Unidos em 1857. No Brasil, sua introdução se atribui aos

escravos, onde a cultura ficou conhecida como milho d'Angola (LIRA et al., 1981; 1986). Embora seja uma cultura antiga, foi somente no fim do século XIX que adquiriu importância dentre os cereais, chegando a ser o quinto do mundo em área cultivada, após o trigo, milho, arroz e cevada (OLIVETTI & CAMARGO, 1997; LIMA, 1998; FAO, 2010), conforme a tabela 1.

A utilização do sorgo é multivariada, desde a alimentação animal, até a produção de outros produtos, utilizados largamente na alimentação humana sob a forma de farinha, na Índia, China, Sudão, Etiópia, Nigéria e outros países da África. No Ocidente, onde a cultura foi introduzida em meados do século passado, o sorgo granífero é utilizado como substituto do milho na alimentação animal. Outro aspecto de utilização da cultura é evidenciado quanto à produção de forragem armazenada, sob a forma de feno e silagem, merecendo a primeira, grande destaque nos Estados Unidos. Com relação à elaboração de xaropes, álcool e açúcar, obtidos a partir do sorgo, particularmente na Itália, onde é considerado o principal produtor da cultura para este propósito. Contudo, sua maior importância é como sorgo granífero, considerando a produção mundial dos principais cereais cultivados. Atualmente, os maiores índices de produtividade de sorgo granífero do mundo são representados pelos Estados Unidos, México e Argentina, em decorrência do alto nível tecnológico empregado no manejo da cultura.

Tabela 1. Os cinco cereais mais importantes do mundo em área cultivada, em 2008/2010.

Cereal	Área (ha) 2008	Área (ha) 2010	Crescimento no período (%)
Trigo	222.789.034	216.974.683	- 2,6
Milho	161.203.204	161.908.449	10,0
Arroz	157.654.474	153.652.007	-2,5
Cevada	56.282.629	47.892.680	-14,9
Sorgo	45.019.202	40.508.600	-10,0

Fonte: FAO (2008; 2010)

No Brasil, a cultura do sorgo começou a ser intensificada a partir da década de 70, tornando-se significativamente comercial, quando a área de plantio atingiu 80 mil hectares concentrados principalmente no Rio Grande do Sul e São Paulo (LIRA, 1981). Segundo Olivetti & Camargo (1997), vários fatores têm contribuído para esta situação: baixo grau de conhecimento e informação por parte da área técnica; baixa utilização de insumos e outros investimentos; falta de tratamento adequado à cultura por parte do produtor; dificuldade de transferência de conhecimento e das informações disponíveis; instabilidade na comercialização e

na política de preços; falta de uma política oficial definida e de acesso à política oficial de comercialização; e pouco esclarecimento por parte dos agentes financeiros.

Além destes aspectos, evidenciam-se outros que interferem, segundo Ribas (1992), no desenvolvimento da cultura (sorgo granífero e forrageiro), e são atribuídos a explorações mal sucedidas: teor de tanino, teor de HCN, despigmentação dos grãos, efeitos alelopáticos sobre culturas sucessoras, etc.

2.2 Potencialidades e utilizações do sorgo

A área de cultivo de sorgo granífero no mundo, conforme consta na tabela 1, é de cerca de 40 a 45 milhões de hectares (FAO, 2010). Este quantitativo é oriundo da contribuição de 104 nações, distribuídas em quase todos os continentes. Todavia, somente 17 dentre esses países apresentam área de cultivo de sorgo granífero superior a 500 mil hectares, totalizando assim, em 2010, uma área de 35.062.726 hectares (FAO, 2008; 2010). Esse quantitativo representa em torno de 85% da área cultivada no planeta: Índia, Nigéria, Sudão, Níger, Estados Unidos, Burkina Faso, México, Etiópia, Mali, Austrália, Tanzânia, Chade, Brasil, Argentina, Camarões, China e Iêmen. Considerando-se estes países e mais o sudeste da Ásia, vale salientar que mais de 500 milhões de pessoas vivem neste contexto, dependendo do produto gerado com baixos níveis de insumos e os níveis de produtividade da cultura atingem em torno de apenas 945 kg ha⁻¹. Nesses países, o sorgo pode chegar a suprir em torno de 70% da ingestão calórica diária, representando assim, importância fundamental na segurança alimentar (DICKO et al., 2006). A África e a Ásia são responsáveis por cerca de 100% do total do sorgo utilizados como alimento no planeta (QUEIROZ et al., 2009). No Brasil, a área de cultivo de sorgo granífero fica em torno de 900 mil a um milhão de hectares (ocupando a 13.^a posição mundial) com níveis de produtividade de 2.300 kg ha⁻¹. Este quantitativo é praticamente o dobro dos números indianos e o quántuplo da produtividade do Sudão (FAO, 2010). Esse nível de produtividade ocupa a sexta posição mundial, ficando atrás somente da Argentina, Estados Unidos, México, China e Austrália. De conformidade com a (APPS, 2011) a área de sorgo granífero no Brasil é de 1.009.645 hectares.

Nos Estados Unidos e na Argentina, a farinha de sorgo é adicionada à farinha de trigo para fabricação de alguns produtos alimentícios, como pães e biscoitos (OLIVEIRA, 1986). No caso da fabricação de biscoitos e bolachas para consumo humano, a farinha de sorgo não

taninoso pode substituir até 20% da farinha de trigo, sem que haja nenhuma alteração do produto final (TABOSA et al., 1993). No Brasil, na safra (2007/2008), segundo dados da CONAB, foram cultivados 829.000 hectares de sorgo granífero, com uma produção de 1.912.400 t e produtividade média de 2.307 kg ha⁻¹. Nesse contexto, os dados relatados pela APPS - Associação Paulista de Produtores de sementes e Grupo Pró-Sorgo, referente à safra 2008/2009, a área cultivada de sorgo granífero no Brasil foi de 898.700 hectares e mais 413.668 de sorgo forrageiro. Para isso, foi levado em consideração que para cada hectare plantado, decorrem 10 kg de sementes de material híbrido comercial. Além disso, para a safra 2010/2011, os dados também da APPS registram 1.009.695 hectares para sorgo granífero e 325.198 para sorgo forrageiro. Nesse levantamento, não são levados em consideração os materiais varietais regionais.

Na tabela 2, constam os dados da área de cultivo de sorgo no Brasil, enfatizando as regiões geográficas e dentro destas os principais Estados produtores, considerando a série histórica a partir de 1996. A produtividade média da cultura no Nordeste é baixa mas, apesar de baixo uso de tecnologia, ainda é superior à produtividade da cultura do milho na região. Outro aspecto da cultura do sorgo granífero, é o fato da expansão da área de cultivo, em nível nacional, no período mencionado, passando de uma área incipiente de cerca de 200 mil hectares em 1996 e ultrapassando o patamar de um milhão de hectares em 2010 (Tabela 2).

Tabela 2. Área cultivada de sorgo granífero nos principais Estados do Brasil, em 1996-2010 (em hectares).

UF	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CE	660	516	586	640	1.620	2.235	3.802	6.637	7.137
RN	1.694	517	-	-	-	-	-	6.330	13.151
PE	483	470	-	-	-	-	1.421	4.472	6.324
BA	23.087	21.812	22.500	23.391	24.512	23.355	29.606	59.021	61.471
MG	33.267	30.210	39.717	49.686	48.786	41.359	63.492	93.698	97.029
TO	-	-	-	-	-	-	-	1.260	9.900
MS	4.700	8.130	25.660	46.175	84.361	67.686	43.325	79.086	98.826
MT	38.672	55.544	54.145	54.664	111.600	109.885	73.070	149.073	183.561
GO	47.098	92.678	135.023	161.372	179.460	129.966	189.611	236.495	314.267
SP	29.253	33.450	42.865	51.340	72.695	72.600	65.780	86.880	114.860
PR	-	-	-	-	1.560	2.200	3.597	11.578	7.225
RS	19.249	27.774	27.774	27.426	33.534	53.286	38.787	29.738	23.175
Brasil	198.937	349.547	349.547	416.443	561.121	508.410	515.643	787.937	939.371
UF	2005	2006	2007	2008	2009	2010			
CE	5.185	8.290	5.893	5.336	5.140	-			
RN	11.452	11.618	11.715	10.277	9.650	-			
PE	12.662	37.271	16.420	15.359	5.745	5.140			
BA	57.920	48.105	46.470	66.060	87.110	27.026			
MG	95.835	78.373	73.231	90.028	91.923	135.554			
TO	9.350	24.207	9.650	19.690	28.800	7.375			
MS	69.147	71.263	70.824	79.183	95.046	76.889			
MT	122.048	114.178	98.263	162.349	119.340	65.188			
GO	290.053	223.274	229.150	310.160	304.165	348.458			
SP	111.700	97.720	78.302	54.800	30.437	56.923			
PR	3.511	3.297	3.396	2.487	1.605	2.515			
RS	21.672	26.326	25.273	23.790	21.412	14.078			
Brasil	814.457	730.534	671.500	844.662	808.333	1.036.200			

Fonte: IPA (2008; 2010); IBGE (2010); APPS (2011); CONAB (2011).

2.3 O sorgo granífero no contexto do semiárido brasileiro

O sorgo é, normalmente, plantado no início da estação chuvosa, prática esta utilizada nos diferentes ambientes do semiárido brasileiro. Nos Estados da Região Nordeste, em função da irregularidade no regime de chuvas, o cultivo do sorgo realiza-se durante a estação chuvosa, com período curto e de distribuição irregular no espaço e no tempo, caracterizado, ainda, no período chuvoso, por ocorrência de veranicos, com 15 a 20 dias sem chuvas (BARROS et al., 2004). Considerando esta delimitação espaço-temporal, a área média cultivada de sorgo contribuiu com cerca de 10 a 15 % da área cultivada no Brasil, conforme é mostrado na tabela 3, considerando o período compreendido entre 2006 e 2010. Nesse âmbito, apenas para o Estado do Espírito Santo não foram encontrados registros de área cultivada, a partir dos órgãos oficiais de levantamento estatístico. No semiárido de Pernambuco, verifica-se através de estudos a confirmação de que o sorgo é uma planta típica de clima quente, de características xerófilas, que, além da sua baixa

exigência em termos de riqueza mineral do solo, possui tolerância/resistência aos fatores abióticos, tais como: estresse hídrico, salinidade e encharcamento (planta mais tolerante depois do arroz).

Além disso, possui elevada eficiência de uso de água, sendo necessários, em média, 250 a 400 g de água para produzir 1 g de matéria seca (TABOSA et al., 1987). Segundo observações realizadas por BARROS et al., (2004), os períodos mais favoráveis para o plantio da cultura do sorgo no Estado de Pernambuco foram semelhantes para as variedades de ciclos precoce, médio e tardio, uma vez que a duração de cultivo na região do Agreste e Sertão é relativamente curta e restando pouco tempo para a cultura escapar de veranicos de média e longa intensidade, principalmente no período mais crítico de florescimento. Assim, foi considerado apenas um ciclo da cultivar, uma vez que as simulações mostraram a diferença entre as cultivares, quanto ao ciclo era pouco variável e menor que 10%, principalmente no período de florescimento, considerado crítico para o rendimento da cultura.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi delimitar as regiões e os períodos com menor risco para a semeadura do sorgo, nos diferentes municípios do Estado de Pernambuco, sobretudo levando em consideração as limitações edafoclimáticas. Este estudo pode ser estendido também para as regiões semiáridas de outros Estados da federação, com características similares de solo e clima.

A situação requer culturas com elevado grau de tolerância ou resistência às adversidades ambientais, principalmente ao déficit hídrico e a ocorrência de veranicos, frequentes no semiárido. Desse modo, o sorgo poderá se constituir em alternativa viável, porém, não devem ser negligenciadas ações eficientes de transferência de tecnologias e de assistência técnica. Nessa mencionada região, pelas suas peculiaridades climáticas e a estrutura fundiária baseada em pequenas propriedades rurais, em torno de 70% com até 10 hectares (EVANGELISTA, 2000), predomina a agricultura de subsistência, que tem no milho uma de suas principais culturas. Mas o rendimento da cultura do milho na região é muito baixo, o que pode observado nos registros da CONAB (Companhia Brasileira de Abastecimento), produtividade média de 1.495 kg ha⁻¹ na safra 2007/2008. Também, segundo a CONAB – Safra 2011/2012, os níveis de produtividade da região proporcionaram aumento e ficaram em torno de 1.700 a 1.900 kg ha⁻¹.

Tabela 3. Área de cultivo de sorgo granífero no semiárido brasileiro (ha) - SAB, 2006-2010.

UF (SAB)	2006	2007	2008	2009	2010
MA	-	50	50	50	10
PI	-	800	-	2.618	860
CE	8.290	5.893	5.336	5.144	1.880
RN	11.618	11.715	10.277	7.044	1.345
PB	-	-	-	-	-
PE	37.271	16.420	15.359	5.745	5.140
AL	-	-	-	-	-
SE	-	-	182	-	-
BA	48.105	46.470	66.060	78.249	84.634
MG ¹	7.135	6.096	5.612	5.500	6.484
ES	-	-	-	-	-
Total SAB	112.419	87.494	102.926	104.400	100.363
Brasil	752.932	671.500	848.806	808.333	1.036.200
SAB/Brasil					
(%)	14,9	13,0	12,1	12,9	9,6

Fonte: IBGE (2010); IPA (2010); APPS (2011); APPS (2010); MG¹ – Corresponde a mesorregião do norte de MG, com as microrregiões de Grão Mogol, Bocaiúva, Janaúba, Janaúria, Montes Claros, Pirapora e Salinas.

Essa evolução ocorreu em vista da existência de áreas espacialmente zoneadas para o milho, principalmente no Estados de Sergipe (4.000 kg ha⁻¹) e da Bahia (2.800 kg ha⁻¹). Além destes, convém registrar que os níveis de produtividade nos Estados do Maranhão e Piauí aproximam-se do patamar de 2.000 kg ha⁻¹. Além destes, nos demais Estados, os níveis de produtividade são da ordem de 650 a 850 kg ha⁻¹.

2.4 O sorgo e o milho no semiárido

Quando o sorgo foi introduzido no Nordeste, primeiramente se partiu da premissa de que era uma cultura produtora de grãos que iria substituir o milho em sua plenitude. Todavia, de acordo com TABOSA & SANTIAGO (2004), os efeitos destas ações/iniciativas não surtiram o efeito desejado, previamente preconizado pelos órgãos envolvidos (públicos, privados, agricultores, agropecuaristas, avicultores, etc.).

Todavia, o ponto mais importante é que a cultura seja espacialmente zoneada, ou seja, recomendada somente para os ambientes onde, provavelmente, não ocorra a frustração de safras.

Assim, exemplificando estes aspectos, a cultura pode ser recomendada para áreas que tenham aptidão para o milho, como localidades topoclimáticas, zona da mata de alguns Estados da Região e bolsões de cultivo (como baixios úmidos, áreas em regime de irrigação e em sistema de rotação/sucessão de culturas). Além disso, o milho poderá também se desenvolver como cultura suplementar nos vales irrigados ou em áreas de solos profundos de elevada retenção de umidade.

No que diz respeito ao sorgo forrageiro, também tem avançado em área plantada, principalmente nos ambientes onde a pecuária requer sustentabilidade.

Vários estudos sobre a cultura do sorgo na região Nordeste têm sido realizados. Schaffert & Ribas (2001) organizaram seminário temático sobre a cultura do sorgo onde foram discutidos os principais entraves regionais. Em termos médios, o sorgo produz bem com 350 mm de chuva durante o ciclo da cultura, enquanto o milho necessita 600 mm. Em regime de estresse hídrico, o milho encurta seu ciclo e tem a produtividade reduzida. Nessas mesmas condições, o sorgo paralisa seu desenvolvimento e aguarda condições favoráveis (PAUL, 1990). Segundo Blum (1974), a produção e a resistência à seca são caracteres controlados por entidades genéticas separadas e individuais. A qualidade nutricional dos grãos e da forragem do sorgo praticamente não difere do milho e os custos de produção normalmente são inferiores. Na Tabela 4, constam 20 diferenças básicas entre as culturas do milho e do sorgo, notadamente quanto aos aspectos de adaptabilidade ao semiárido, resistência à seca e demais fatores abióticos e bióticos.

Tabela 4. Comparativo do milho com o sorgo granífero: características fisiológicas, aspectos e fatores de produção observados no semiárido⁽¹⁾.

N.º	Discriminação	Cultura	
		Sorgo	Milho
1	Exigência hídrica no ciclo	300 mm	600 mm
2	Duração média de déficit hídrico crítico	40 dias	20 dias
3	Dormência sob baixa umidade do solo	Retomada do crescimento com o retorno da umidade	Não apresenta dormência e não retoma o crescimento.
4	Eficiência de uso de água	150 a 300 L água kg ⁻¹ matéria seca (MS)	450 a 600 L água kg ⁻¹ MS
5	Presença de cutina nas folhas reduzindo a transpiração	Camada espessa	Camada fina
6	Área foliar	55 % da área foliar do milho, o que reflete em menor transpiração	Transpira quase o dobro do sorgo, consumindo assim, quase o dobro da água
7	Enrolamento das folhas sob condições de estresse, formando um ambiente de menor transpiração (ambiente de umidade relativa maior que a umidade do ar)	Presente no sorgo	Ausente no milho
8	Expectativa de colheita	9 colheitas em cada 10 anos	2 colheitas em cada 10 anos
9	Parâmetros nutricionais	O sorgo é mais pobre que o milho Sorgo = 90% do milho	Milho = 100 %
10	Utilização na ração de aves	100 %	100 %
11	Ciclo da cultura	90 a 110 dias	120 a 150 dias
12	Custo por hectare	menor	maior
13	Definição de Zoneamento de Risco Climático para a cultura	Sim	Sim
14	Produtividade de grão sob condição de sequeiro no semiárido	Até 3.000 kg ha ⁻¹	Até 1.200 kg ha ⁻¹
15	Profundidade do sistema radicular	Até 1,5 m	Maior parte das raízes nos primeiros 30 cm
16	Volume de raízes secundárias	O dobro do milho	50 % do sorgo
17	Perfilhamento e rebrota	presente	ausente
18	“Stay Green”	presente	ausente
19	Pragas de importância econômica	Formiga e lagarta elasmobrâncas na fase juvenil	Várias
20	Produtividade média de MS restolho	3,0 - 5,0 t.ha ⁻¹	2,0 - 3,0 t.ha ⁻¹

(1) TABOSA et al. (1987); TABOSA et al. (2002); TABOSA et al. (2008); TABOSA et al., (1995); TABOSA et al. (1993); LIMA (1998); MONTEIRO (1999); LACERDA (2003); MAGALHÃES et al. (2000); NASCIMENTO et al. (2006); www.sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br; MS: matéria seca.

3. Tipos de sorgo e sua utilização

A escolha certa de qual tipo de sorgo (granífero, forrageiro ou sacarino) (híbridos ou variedade) a plantar é de fundamental importância para o produtor obter sucesso em sua lavoura. Sabe-se que o uso de variedades tem sido empregado por pequenos e médios produtores onde o cultivo em sequeiro é mais usual. No caso do cultivo de híbridos comerciais, basicamente são demandados por produtores utilizam agricultura em grande escala ou grandes áreas onde o uso de insumos (fertilizante químico, herbicidas, inseticidas, matéria orgânica) e se for o caso, o uso de irrigação. Todos esses aspectos compõem um sistema tecnificado de produção. Na tabela 5, a seguir, encontram-se exemplificados os tipos de sorgo quanto à sua natureza e utilização. Basicamente são quatro: granífero, forrageiro, sacarino e vassoura. Vale ressaltar que o sorgo sacarino pode ser dependendo do caso, utilizado como sorgo forrageiro, desde que apresente elevada produção de biomassa. Ainda existe um quinto tipo de sorgo, (de natureza herbácea) sudanense (*Sorghum sudanense*). Esse pertence a outra espécie botânica, apresenta porte médio, baixo teor de HCN (ácido cianídrico), ciclo precoce e aptidão para feno e pastejo. Com relação ao sorgo granífero evidencia-se que o seu produto (grão) é utilizado na alimentação animal na forma de farelo e também é utilizado em muitas regiões do mundo na alimentação humana. Nesse caso, para a alimentação de aves, os grãos não podem apresentar tanino.

Tabela 5. Diferentes tipos de sorgo quanto à natureza e utilização⁽³⁾.

Tipos de Sorgo	Produto	Utilização
Granífero ⁽¹⁾	Grão	Substituto do milho na alimentação animal - rações balanceadas (bovinos, suínos e aves), utilização do restolho. Alimentação humana - uso da farinha na industrialização de produtos.
Forrageiro ⁽¹⁾	Biomassa	Amido, cera, cerveja, óleo, etc. Corte, silagem e feno
Vassoura ⁽¹⁾	Panícula	Vassouras, escovas e ornamentação - tem uso restrito e localizado.
Sacarino ⁽¹⁾	Colmo	Glicose, frutose, sacarose e álcool
Herbáceo (Sudão ⁽²⁾)	Biomassa	Produção e confecção de feno

(3) *Sorghum bicolor*; (2) *Sorghum sudanense*; Fonte: Adaptado de Shimidt (1987); Olivetti & Camargo (1997) e Tabosa et al (2002); Schimidt (1987); (Tabosa (2002).

3.1 Sorgo granífero

O grão é utilizado na alimentação animal na forma de farelo e também é utilizado em muitas regiões do mundo na alimentação humana. Nesse caso, para a alimentação humana e de aves, os grãos não podem apresentar tanino.

É o tipo de provavelmente maior importância econômica, quando comparado aos demais. Nas atuais condições brasileiras, o sorgo tem sido considerado uma viável alternativa para o milho na alimentação animal e aves por motivo do aumento da disponibilidade do grão no mercado nacional nos últimos anos, graças a sua composição bromatológica semelhante ao milho. Na Tabela 6 a seguir pode-se observar que cerca de 70 a 80 % do milho produzido no Brasil e até importado é utilizado e consumido pelo segmento “consumo animal”, principalmente pela avicultura. Há uma perspectiva de utilização do grão de sorgo na avicultura sem em substituição ao milho sem nenhum prejuízo a este segmento. Isso se deve ao fato de que na ração para aves, cerca o milho e a soja representam cerca de 70 %. Outro ponto importante é que de todo o milho produzido no Brasil, cerca de 70 % é destinado a alimentação animal.

Tabela 6. Consumo de Milho no Brasil – Por segmento.

Segmento	2005	2006	2007
1. Avicultura	19.309	20.022	20.515
2. Suinocultura	11.236	11.097	12.022
3. Pecuária	2.520	2.479	2.374
4. Outros animais	615	660	673
Total (1+2+3+4+5)	33.680 (85%)	34.258 (78%)	35.584 (77%)
5. Indústria	4.044	4.150	4.369
6. Consumo humano	690	700	705
7. Perdas	296	310	349
8. Exportação	869	4.327	5.000
Total Geral (1 a 8)	39.579 (100%)	43.754 (100%)	46.007 (100%)

Fonte: www.abimilho.com.br/estatisticas4.htm.

Em face do exposto e a importância que a cultura do sorgo poderá representar para o Estado de Pernambuco, evidenciam-se os seguintes pontos a considerar: 1- O sorgo granífero, substitui 100 % o milho como ingrediente nas formulações avícolas. No México, desde 1982, é proibido o uso do milho na alimentação animal e a matéria-prima utilizada é o sorgo granífero. Neste país, está a 2º avicultura da América Latina, depois do Brasil; 2 - A cadeia produtiva da avicultura apresenta uma taxa de crescimento positiva ao ano, o que representa uma demanda progressiva de grãos. Com estes fatos, há uma necessidade imperiosa de se proceder à redução

de importação de milho e ao mesmo tempo, proporcionar a compensação desta, com o grão do sorgo, produzido na Região.

3.1.1 Comportamento de materiais de sorgo granífero na região

Na Figura 2, pode ser observado o comportamento de cultivares de sorgo granífero. Uma variedade local e um híbrido comercial.

Figura 2. Vista parcial de cultivares de sorgo granífero: variedade local e híbrido comercial – materiais recomendados no Zoneamento de sorgo para Pernambuco.



Foto: José Nildo Tabosa - IPA

Na figura 3 pode ser observada a variedade IPA 2502 – sorgo de duplo propósito, para grãos e forragem. Esta variedade apresenta potencial elevado de produção de grãos e de restolho na região semiárida.

Figura 3. Vista parcial da variedade de sorgo de duplo propósito IPA 2502 no agreste e semiárido de Pernambuco, 2010.



Foto: José Nildo Tabosa - IPA

Na Tabela 7 constam os resultados médios de ensaios de avaliação de cultivares de sorgo sob condição de sequeiro e irrigado, em municípios do Rio Grande do Norte e Pernambuco. Esses dados refletem o potencial de variedades de sorgo granífero, cultivado com e sem irrigação. Foram obtidos resultados de até 7.700 kg/ha de grãos.

Tabela 7. Produção de grãos (kg/ha) em variedades de sorgo granífero em ambientes de Pernambuco e Rio Grande do Norte.

Cultivar	Araripina/2006	Touros/2005
IPA 8602564	3.937	3.727
D 71464	2.677	5.590
IPA 8602588	3.858	4.273
IPA 8602589	4.488	3.407
SC 689	4.488	5.930
(T X IS 6944) 18-2-3	4.016	5.507
(206 X Comp. Caruaru)	2.835	7.590
IPA 8602685	2.913	6.480
IPA 8602636	2.162	6.137
AF 28	1.969	5.927
IPA 8602693	3.150	6.003
IPA 7301011	3.617	7.760
Chuva no ciclo (mm)	616	Irrigado
Fertilização (kg/ha)		
(N – P – K)	90 – 90 - 60	90 – 90 - 60
Calcário (t/ha)	1,5	-

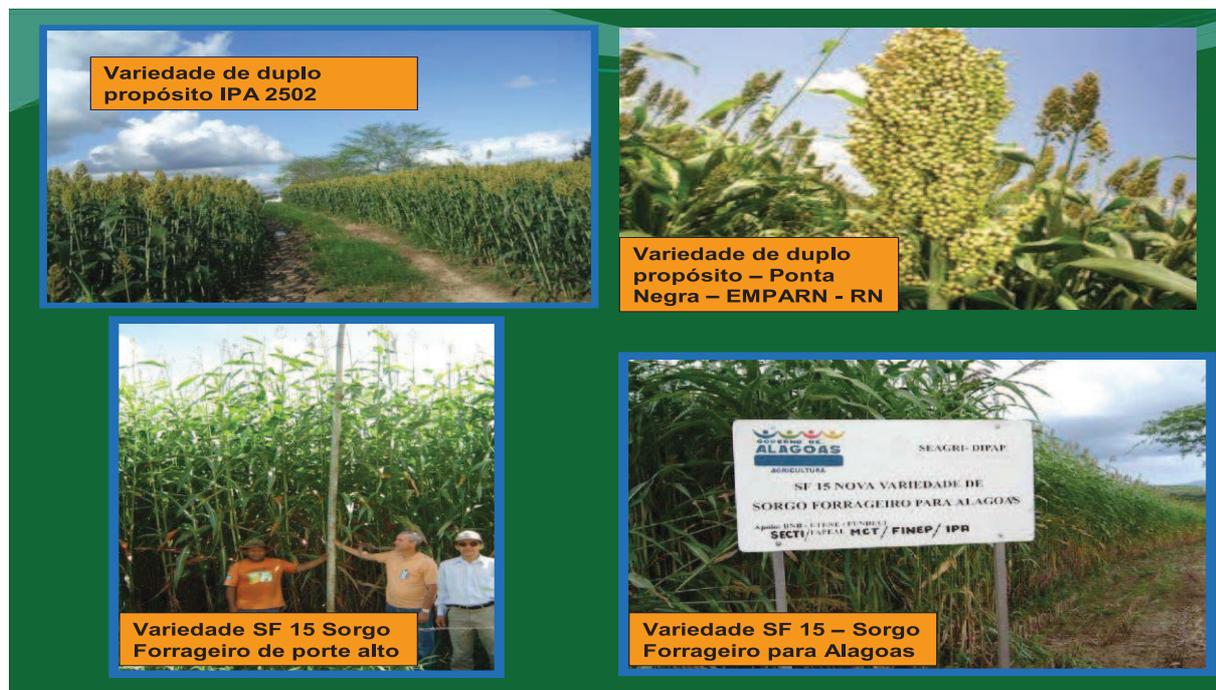
Fonte: Tabosa et al. (2006;2008); Lima et al. (2008a; 2008 b)

3.2 O sorgo forrageiro

O sorgo forrageiro é uma planta produtora de massa e grãos que pode ser comparada ao milho em relação ao seu valor agrônomico e nutritivo, justificando-se pela sua produção por ser uma cultura de fácil cultivo e mecanizável, não restringindo aos pequenos produtores, podendo ser operacionalizado com equipamentos manuais ou de tração animal. Sua aplicabilidade na alimentação dos ruminantes como forma de silagem, tem-se tomado nos últimos anos se tornando cada vez mais comum, como alternativa como forma de amenizar o problema de escassez de pastagem, no período de estiagem. As culturas do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* (L) moench) apresentam-se como as mais indicadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, alto rendimento e pela qualidade das silagens produzidas (ZAGO, 1992). Outro fato observado é a grande flexibilidade que este tipo de sorgo oferece, podendo ser cultivado em diferentes sistemas de produção e objetivos, silagem, fenação, pastejo, consórcio

com leguminosas e grão (duplo propósito). Nesse contexto é importante frisar que em termos comparativos, o milho para forragem é mais rico nutricionalmente do que o sorgo. Todavia, o sorgo compensa essa desvantagem em apresentar maior produção. Além disso, pode ser cultivado sob condições de sequeiro em locais não aptos à cultura do milho e com menor risco de frustração de safra. A produção de um hectare de sorgo forrageiro da ordem de 15 t atende às necessidades de consumo em volumoso de 8 (oito) unidades animais (1 U.A. = 450 kg de peso vivo), consumindo 2,5% ao dia do seu peso vivo em matéria seca, por um período de 150 dias, equivalente a 5 (cinco) meses, período estival do ano. No caso de caprinos, o número de animais atendidos nessas mesmas condições será de 40. Na Figura 4 pode ser visualizada uma variedade de sorgo forrageiro (aptidão silagem e corte), recomendada para a região e mais outra variedade de duplo propósito.

Figura 4. Comportamento de diferentes variedades de sorgo na região.



Fotos: José Nildo Tabosa e João Maria Pinheiro de Lima

Na Tabela 8, são visualizados o comportamento produtivo e características agrônômicas de três variedades de sorgo recomendadas para o Semiárido. As variedades avaliadas foram desenvolvidas pelo IPA, visando ao elevado potencial de produção para corte e forragem. A variedade IPA 467-4-2 apresenta aptidão para silagem e possui o colmo de natureza sacarina. A variedade IPA SF 25 apresenta colmo seco e é de ciclo precoce. A variedade SF 11 é de aptidão para silagem e é considerada, dentre as demais a mais tolerante a estresse hídrico. A variedade SF

15 foi desenvolvida pelo IPA conjuntamente com a SEAGRI – AL, para a bacia leiteira. É uma variedade silageira. Todas estas variedades são registradas no RNC – Registro Nacional de Cultivares do MAPA.

Tabela 8. Resultados de produção de matéria verde e seca, % de matéria seca e altura de planta das variedades de sorgo forrageiro (1) IPA 467- 4- 2, (2) SF 25, (3) IPA SF 11 e (4) SF 15, em diferentes ambientes (localidades do Semiárido – sob estresse hídrico, irrigado, temperaturas elevadas, solos salinizados e solos ácidos). 2007/2008/2009.

Variedade/Local	Variáveis observadas			
	Matéria verde (t/ha)	Matéria seca (t/ha)	Matéria seca (%)	Altura (cm)
IPA 467-4-2 (estresse)	24,2	6,9	28	320
IPA SF 25 (estresse)	26,2	6,0	23	300
IPA SF 25 (250-350mm)	46,5	14,4	31	410
IPA 467-4-2 (250-350mm)	25,7	8,3	32	260
IPA SF 11 (250-350mm)	45,9	12,8	28	370
SF 15 (250-350mm)	42,3	14,8	34	460
SF 15 (250-350mm)	50,4	14,6	29	400
IPA SF 11 (250-350mm)	39,8	11,2	28	420
IPA SF 25 (250-350mm)	26,6	10,8	40	380
IPA SF 11 (250-350mm)	48,9	16,6	34	360
IPA 467-2-2 (sertão)	31,0	9,2	30	310
IPA 467-4-2 (agreste)	32,0	10,2	32	300
SF 15 (Irrigado)	70,8	21,9	31	380

Fonte: IPA - PE

3.3 O sorgo sacarino

Depois de um período sem se dar importância às alternativas no que concerne às diversas matérias-primas renováveis disponíveis para produção de álcool carburante, a crise energética que se apresenta, e a preocupação que vem se dando ao meio ambiente, levaram à procura por materiais que possam suprir essa demanda. Nesse cenário, o sorgo sacarino, pela rapidez do seu ciclo de produção se assemelha à cana-de-açúcar além de fornecer boa quantidade de bagaço que pode ser direcionado tanto para geração de vapor para operação de caldeiras, como na utilização para formulação de rações para ruminantes. Entretanto, ele difere da cana-de-açúcar pelo fato de ser cultivado a partir de sementes, facilitando a obtenção e manejo e apresenta um ciclo vegetativo/reprodutivo bem mais curto, entre 120 a 130 dias. Por outro lado, o sorgo sacarino disponibiliza ainda grãos, que podem ser aproveitados em um sistema integrado de exploração como fonte energética para alimentação de animais e aves na propriedade rural, objetivando a auto-suficiência de energia, aliada a outras atividades voltadas para produção agropecuária.

O cultivo do sorgo sacarino pode ser uma alternativa técnica e economicamente viável para o fornecimento da matéria-prima à micro destilarias, evitando o corte antecipado da cana-

de-açúcar. Contudo, **aquilo a que realmente se propõe** este trabalho é provar que o sorgo cultivado nas regiões em que chove pouco ou as chuvas são mal distribuídos, poderá se tornar uma alternativa para a produção de álcool.

Nas regiões produtoras de álcool no nordeste, normalmente os meses de dezembro a abril, são utilizados para os necessários reparos nas instalações e equipamentos. Quando se trata de micro destilarias, que normalmente **são dotadas** de instalações simples, a maioria dos trabalhadores fica sem trabalho. Preenchendo esse tempo com a ocupação da mão-de-obra familiar ou mesmo através do médio produtor rural, esses segmentos poderiam, por meio do cultivo do sorgo sacarino disponibilizar a matéria prima (colmo) do sorgo, contribuindo assim, de forma efetiva, não só na geração de emprego e renda, como também para o equilíbrio do preço do produto. Na Tabela 9 a seguir, pode ser observado o sorgo sacarino, a cana-de-açúcar e o milho, para efeito de produção de etanol, considerando todas as partes da planta, ciclo e produção de biomassa. Além disso, o sorgo sacarino é quem menos produz emissões de carbono para atmosfera, quando comparado com a maioria dos cultivos. Pode ser considerado como planta de produção limpa de energia (ICRISAT, 2008).

Tabela 9. Comparativo entre o sorgo sacarino, cana-de-açúcar e milho na produção de etanol.

Parâmetro	Sorgo Sacarino	Cana-de-açúcar	Milho
Ciclo	4 meses	12 meses	4 meses
Requerimento Hídrico	4.000 m ³	36.000 m ³	8.000 m ³
Produção de grãos	2 t/ha	-	3,5 t/ha
Etanol do grão	760 L	-	1.400 L
Produção de colmos	35-45 t/ha	75-85 t/ha	20-30 t/ha
Etanol do colmo	1.400 L	5.600 L	-
Etanol do Resíduo	1.000 L/ha	3.325 L/ha	1.816 L/ha
Etanol Total	3.160 L/ha	8.925 L/ha	3.216 L/ha
Óleo	-	-	140 L/ha
Vinhaça / Restolho	4 t/ha	13 t/ha	8 t/ha

Fonte: ICRISAT (2008).

Na Figura 4, pode ser observada uma vista parcial de uma área de sorgo sacarino, variedade IPA 467-4-2 (Variedade sacarina, comercialmente utilizada como forrageira, cultivada sob irrigação e fertilizada orgânico e quimicamente, com produção de até 100 t/ha de biomassa).

Figura 4. Variedade IPA 467-4-2 de sorgo sacarino de aptidão forrageira em cultivo na região do semiárido brasileiro (Canindé do São Francisco).



Foto: José Nildo Tabosa

3.3.1 O comportamento do sorgo sacarino em diferentes ambientes do semiárido

Na Tabela 10 constam os locais onde as avaliações foram realizadas, no ambiente semiárido, em diferentes municípios. Na Tabela 11 podem ser observados os dados de produção de biomassa nos diferentes ambientes de avaliação. Em Araripina, Semi-Árido de Pernambuco, as variedades sacarinas tradicionais (Rio, Roma e Ramada) exibiram níveis de produtividade (12,2 a 17,1 t/ha) de biomassa equivalente a praticamente a metade do que produziu cada uma das variedades recomendadas para a região, a SF 15 e a IPA 467-4-2 (29,5 t/ha de biomassa). Esse comportamento também foi verificado Canguaretama, Apodi e Ipanguaçu, no Estado do Rio Grande do Norte. Esse fato é possivelmente atribuído a problemas ligados ao fotoperíodo e também a diferenças de comportamento varietal, em função dos aspectos climáticos e exigências da cultura. Destaca-se nesses resultados de produção de biomassa, os níveis de produtividade obtidos no ambiente de Canindé do São Francisco, sob condições irrigadas. Todas as seis variedades observadas apresentaram produção acima de 120 t/ha de biomassa. Nesse contexto, a variedade SF 15 alcançou o patamar de 194 t/ha de matéria verde em um único corte, sob condições de pleno atendimento de fertilização química e orgânica, além da aplicação de uma lâmina de 7 mm de água no período, distribuída de modo que atendessem a 855 mm no ciclo da variedade. Com relação aos resultados médios obtidos, considerando os cinco ambientes de avaliação, os materiais em destaque foram o SF 15 e o IPA 467-4-2 com 85,9 e 76,5 ,

ultrapassando a variedade sacarina de maior produção (Theis, com 60,3 t/ha) em 42 e 27 %, respectivamente. Os resultados de produção de colmo, componente importante para exploração dos materiais sacarinos, apresentaram de uma maneira geral, valores de 65 a 75 % das produções da matéria verde total, independentemente das variedades avaliadas. Considerando um valor médio dos cinco ambientes analisados, a variedade SF 15 produziu 60 t/ha de colmo. Na estimativa da produção de caldo em 1.000 Litros /ha, é diretamente considerado a produção despalhada de colmos. No caso da variedade SF 15 que apresentou uma produção média de colmos de 60 t/ha, gerou também um rendimento de caldo da ordem de 24.200 litros/ha, conforme consta na Tabela 12. Esse valor representa uma eficiência de extração de caldo da ordem de 40,3 %, que não diferiu significativamente da variedade de sorgo sacarino Theis, com 53 %. Os destaques para rendimento de caldo foram obtidos no ambiente de Canindé do São Francisco, para as variedades SF 15, IPA 467-4-2, THEIS e Roma, com valores de 74, 54, 81 e 48 mil litros/ha, respectivamente. Vale frisar que os resultados obtidos de extração de caldo nos ambientes de Canguaretama, Apodi e Ipanguaçu (RN), foram prejudicados em face do baixo rendimento de moenda. Na Tabela 17 constam os resultados obtidos para 50% de florescimento nas variedades avaliadas. No ambiente de Araripina – PE, as variedades SF 15 e IPA 467-4-2 apresentaram comportamento tardio (115 e 114 dias), comparativamente às variedades sacarinas tradicionais. Esse fato também foi observado nos ambientes de Apodi e Canguaretama, sendo que com uma antecipação no florescimento em todos os materiais avaliados, mantendo-se as diferenças entre a SF 15 e IPA 467-4-2 com relação às demais. No ambiente de Canindé do São Francisco, pelo fato da ação de pesquisa ter sido conduzida no período mais quente do ano e sob condições irrigadas e elevada exposição à luz, possivelmente antecipou o florescimento dos materiais avaliados (56 a 66 dias). Todos esses materiais varietais apresentaram brix superior a 14 %.

Na Tabela 13, são mostrados os resultados obtidos de eficiência de uso de água com relação às variedades avaliadas. Os valores médios obtidos, considerando os cinco ambientes avaliados variaram de 310 a 909 kg de água por kg de matéria seca produzida. De acordo com Monteiro (1999) e Tabosa et al., (1987), valores entre 250 a 350 kg de água/kg de matéria seca produzida (kg água/kg MS) exibem elevada eficiência de uso de água, para cultivares produtivas de sorgo forrageiro. No caso vertente, a variedade SF 15 consumiu 310 e a variedade Ramada consumiu 909 kg de água para produzirem a mesma quantidade de matéria seca. Essa informação é considerada valiosa, em face da possibilidade de irrigação em grandes áreas de

sorgo sacarino para produção de etanol no Semi-Árido do Brasil e regiões similares, com o provável advento da transposição do rio São Francisco.

A variedade de sorgo SF 15 apresentou rendimento de biomassa (produção de matéria verde total e de colmo) superiores às variedades sacarinas tradicionais e a variedade IPA 467-4-2 (variedade sacarina comercialmente difundida na região como material de uso forrageiro), podendo ser recomendada para toda região Semiárida e áreas similares.

Tabela 10. Ambientes/localidades de condução das ações de pesquisa nos estados de Pernambuco, Rio grande do Norte e Sergipe, 2008 e 2009.

Ambiente/localidade	Plantio (data)	Colheita (data)	Chuva no ciclo (mm)
Araripina-PE	04/02/2009	04/06/2009	703
Canindé	17/09/2008	16/01/2009	855 *
Ipanguaçu-RN	04/09/2009	13/12/2009	752 *
Canguaretama-RN	06/05/2009	23/07/2009	903
Apodi-RN	23/06/2009	12/09/2009	237

* Sob regime de irrigação – lâmina aplicada de 7 mm a cada três dias.

Tabela 11. Resultados obtidos de Matéria verde – MV (t/ha) nas seis variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009.

Matéria Verde						
Cultivar	Araripina/2009	Canindé/2008	Ipanguaçu/2009	Apodi/2009	Canguaetama/2009	Média
SF15	29,5 a	194,3a	131,6a	45,0a	29,1a	85,9a
IPA-467	29,5 a	168,0abc	105,0a	50,3a	29,7a	76,5ab
Theis	17,1b	186,0ab	59,3b	28,3b	11,3c	60,3b
Roma	14,7b	150,6abc	19,3b	25,0b	10,3c	44,0bc
Rio	13,1b	131,0bc	38,0b	26,6b	18,6b	45,4bc
Ramada	12,2 b	121,0c	26,0b	25,3b	9,6c	38,8c
CV(%)	17,6	12,7	22,6	10,2	8,8	19,2

Tabela12. Resultados obtidos de Peso verde do colmo - PVC (t/ha) em variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009.

Peso Verde de Colmo						
Cultivar	Araripina/2009	Canindé/2008	Ipanguaçu/2009	Apodi/2009	Canguaetama/2009	Média
SF15	21,7a	147,3ab	104,8a	23,6b	2,8bc	60,0a
IPA-467	21,4a	134,3abc	80,9a	35,0a	5,8a	55,5ab
Theis	13,8b	153,0a	42,9b	16,0cd	1,3cd	45,4ab
Roma	11,5b	106,6abc	13,1c	13,0de	1,2d	29,1ab
Rio	10,7b	97,0bc	29,3cb	18,2c	3,1b	31,7ab
Ramada	9,3 b	88,0c	18,6cb	10,5e	1,9bcd	25,6b
CV(%)	17,7	14,6	21,6	8,8	19,8	22,6

Tabela 13. Resultados obtidos de Eficiência do Uso de Água – EUA (kgH₂O/kgMS produzida) em variedades de sorgo sacarino em ambientes de Pernambuco, Rio Grande do Norte e Sergipe, 2008/2009.

Eficiência de Uso de Água - EUA						
Cultivar	Araripina/2009	Canindé/2008	Ipanguaçu/2009	Apodi/2009	Canguaetama/2009	Média
SF15	506b	104b	124c	118b	696b	310b
IPA-467	518b	120ab	156c	102b	685b	316b
Theis	893ab	109b	344bc	182a	1813a	668ab
Roma	1035ab	134ab	773a	207a	1969a	824ab
Rio	1207a	159ab	456abc	196a	1093b	622ab
Ramada	1358a	167a	665ab	209a	2145a	909a
CV(%)	21,3	14,9	31,3	8,8	13,8	22,5

4. Definição do sistema de produção de sorgo no semiárido

4.1 Objetivos e parcerias técnicas

Diante destas afirmativas e tendo como foco o sorgo no ambiente semiárido com vistas à produção de grãos, forragem e produtos a partir do sorgo sacarino, ressaltam-se os seguintes pontos:

- Na região semiárida cerca de 70% das chuvas ocorrem no primeiro quadrimestre do ano.
- A pecuária do semiárido está sempre exposta à escassez de alimentos no período estival, seja de grãos seja de volumosos, dificuldades que impõem a importação de milho (principalmente para a avicultura) e de outros produtos, de outras praças e do exterior, onerando o processo produtivo.
- Paradoxalmente, a partir dos anos noventa, os períodos de seca têm se acentuado na região, enquanto a avicultura representa crescimento significativo, aumentando a demanda de grãos. Atualmente, em Pernambuco, é da ordem de 800 a um milhão de toneladas ao ano, sendo o maior Estado importador e consumidor de grãos do Nordeste (IPA, 2008).

Deste modo, fica definido como um dos principais objetivos para a região, a recomendação e uso de materiais existentes e de comprovada adaptação à região e ainda o desenvolvimento de novos materiais oriundos dos programas de melhoramento. A expectativa nesse contexto é:

- Desenvolvimento e recomendação de cultivares visando à adaptação às condições de estresse hídrico.
- Materiais não taninosos de sorgo granífero e de duplo propósito (para produção de grão e de restolho).
- Desenvolvimento e recomendação de materiais forrageiros (incluído sorgo sudanense para feno) e silageiros de alta produção e elevada qualidade de forragem.
- Avaliação de genótipos de sorgo sacarino para bioenergia.
- Manutenção e conservação do banco ativo de germoplasmas de sorgo com vistas a fornecer material genético para pesquisa em função das adversidades multivariadas e necessidades de cada ambiente agroecológico.

- Manutenção de parcerias técnicas com instituições regionais, como a EMPARN – Empresa de pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, SEAGRI – Secretaria de Agricultura do Estado de Alagoas, Departamento de Engenharia Agrícola da UFC - Universidade Federal do Ceará, UECE - Universidade Estadual do Ceará, CECA – Centro de Ciências Agrárias da UFAL – Universidade Federal de Alagoas; Embrapa Tabuleiros Costeiros.
- Manutenção de parceria técnica com a Embrapa Milho e Sorgo.

4.2 Cultivares recomendadas

As cultivares de sorgo recomendadas para plantio, constam nas listas publicadas no Zoneamento de Risco Climático para cada Unidade da Federação constante na área zoneada da Região Nordeste e demais áreas do semiárido brasileiro, excetuando o Estado do Espírito Santo, que ainda não dispõe de zoneamento para esta cultura. Grande parte desses materiais genéticos, basicamente de ciclo curto a médio (híbridos comerciais e variedades), vem sendo testadas e avaliadas em diferentes ambientes da região mencionada, visando à recomendação definitiva. As cultivares comuns a quase todas essas unidades federativas, constam na Tabela 14. Além dessas cultivares definidas pelo Zoneamento de Risco Climático, existe o uso de materiais varietais predominantemente de uso forrageiro, que vêm sendo cultivados nos ambientes definidos pelas bacias leiteiras regionais.

Tabela 14. Cultivares de sorgo recomendadas para plantio e comuns à maioria das dez Unidades Federativas (MA, PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE, BA e MG) mediante o Zoneamento de Risco Climático 2011/2012.

Híbridos Comerciais	Variedades	Obtentor / Mantenedor
AGROMEN: 70G35, 80G80, AGN8040, AGN8050		AGROMEN
DOW: 1G244, 50A10, 50A30, 50A50, IG282; IG220, IG100		DOW AGROSCIENCES
NIDERA: A9755R		NIDERA SEMENTES LTDA
SANTA HELENA: SHS 400 e 410		SANTA HELENA
EMBRAPA: BR 304 e BR 310		EMBRAPA MILHO e SORGO
SEMEALI: A 6304, A 9902, ESMERALDA, JADE, RANCHERO, XB6022		SEMEALI
	IPA 1011 e IPA 2502	IPA - PE
	CATISORGO	CATI - SP

Fonte: Zoneamento de Risco Climático - www.agricultura.gov.br

Esses materiais genéticos são de uso e aptidão para corte, feno e silagem. O IPA-PE tem contribuído com uma série desses materiais. Em nível regional, o IPA-PE conta atualmente com um banco de germoplasma ativo com mais de 1.000 entradas. Esse banco conta com oito variedades de sorgo com registro no RNC - Registro Nacional de Cultivares do MAPA, conforme a Tabela 15.

Tabela 15. Cultivares de sorgo do IPA com registro no RNC - Registro Nacional de Cultivares do MAPA - Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento.

Espécie	Cultivar	N.º registro RNC	Ano de Registro	Mantenedor	Aptidão
Sorgo 1 - <i>S. bicolor</i>	IPA02-03-01	05001	2000	IPA	Forragem
Sorgo2 - <i>S. bicolor</i>	IPA 467-4-2	01325	1998	IPA	Forragem e álcool
Sorgo 3 - <i>S. bicolor</i>	IPA 1011	01324	1998	IPA	Grão, restolho e pastejo
Sorgo 4 - <i>S. bicolor</i>	IPA 2502	04999	2000	IPA	Grão, restolho e álcool
Sorgo 5 - <i>S. bicolor</i>	IPA SF 25	05000	2000	IPA	Forragem e feno
Sorgo 6 - <i>S. sudanense</i>	Sudan 4022	21446	2007	IPA	Corte e feno
Sorgo 7 - <i>S. bicolor</i>	IPA SF 11	27714	2011	IPA	Forragem
Sorgo 8 - <i>S. bicolor</i>	SF 15	27711	2011	IPA / SEAGRI	Forragem e álcool

Fonte: MAPA (www.agricultura.gov.br). SEAGRI – Secretaria de Agricultura do Estado de Alagoas.

4.3 Pragas de importância econômica do sorgo na região

A principal praga do sorgo no semiárido é a formiga cortadeira (*Atta* spp.). O importante é que o ataque basicamente ocorre sobre as plantas jovens, em torno de 30 a 40 dias após o plantio. O controle mais eficiente é o preventivo. Nesse caso, podem ser utilizados os seguintes métodos: iscas formicidas, pós-secos e termonebulização. Quando as plantas atravessam esta fase juvenil, praticamente não há mais ocorrência de ataques.

Outra praga que pode ocorrer é a lagarta elasm, uma praga de solo (*Elasmopalpus lignosellus*). A ocorrência desta praga é também na fase juvenil, após estresse hídrico. O controle mais eficiente é o tratamento de sementes com produtos específicos, como tiodicarb e imidacloprid. Há também a ocorrência da broca do colmo ou broca da cana-de-açúcar a *Diatraea saccharalis* em menor escala que as demais pragas mencionadas. O controle pode ser feito com a utilização de inseticidas granulados, que é uma forma que interfere nos inimigos naturais. O tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos ou pulverização dirigida para a base da planta

utilizando inseticidas de efeito de profundidade ou de ação translaminar possibilita bom controle dessa praga. As demais pragas comumente ocorrentes em outras regiões do país, não representam maior importância para o sorgo no semiárido.

4.4 Doenças de importância econômica do sorgo na região

A ocorrência de doenças foliares no sorgo no semiárido praticamente não representa interferência substancial com a produção. Há maior ocorrência e danos da ferrugem (*Puccinia purpurea*), antracnose (*Colletotrichum sublineolum*), cercosporiose (*Cercospora fusimaculans*) e helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) ou associações entre estas, em ambientes de maior umidade, quando a cultura é instalada em brejos de altitude ou ambientes similares, ou em áreas de interface de transição da zona da mata canavieira com o agreste subúmido e semiárido.

A podridão seca (*Macrophomina phaseolina*) ocorre esporadicamente na região semiárida. Há relatos de ocorrência quando da ocasião de estresse hídrico duradouro e quando este surge na fase de colheita.

4.5 Preparo de solo, plantio e adubação

As operações de preparo de solo e plantio são realizadas na região praticamente de duas formas: 1) **mecanizada**, nas áreas planas com aptidão plena e sem impedimento de natureza climática e pedológica para o cultivo do sorgo. Estas são áreas contínuas onde os produtores fazem uso de média tecnologia. Cultivares recomendadas, adubação segundo recomendação laboratorial, áreas definidas pelo zoneamento (solo de textura média e de textura argilosa) e respeitando o calendário de plantio; 2) **manual**, nas áreas predominantemente de agricultores familiares. Nessas áreas, há uso mínimo de tecnologia. Plantio realizado de forma manual (matraca), com sementes de materiais genéticos recomendados e definindo o início do plantio coincidindo com o início da estação chuvosa na região.

4.6 Utilização de herbicida no semiárido

O preparo da área (gradagem leve) com antecedência mínima do plantio é uma prática utilizada pelos produtores que utilizam operações mecanizadas, como controle de invasoras. Os produtores do segmento da agricultura familiar, basicamente utilizam a capina manual. Todavia, uma prática que vem sendo muito utilizada é o uso de herbicidas de pré-emergência, em vista do custo reduzido de aquisição motivado pela atual cotação do dólar. Os produtos são à base de

atrazina: atrazine, atrazinex WG, atrazinax 500, gesaprim GrDa, gesaprim 500, herbtrim 500 proof e atranex 500. A dose utilizada é de 3 a 5 L ha⁻¹, dependendo se o solo é mais leve ou mais pesado respectivamente. Outro aspecto do uso de herbicida é o controle de invasoras em que a atrazina não tem atuação, como áreas infestadas com a grama de burro (*Cynodon dactylon*) e a tiririca (*Cyperus rotundus*). Neste caso, o herbicida utilizado como pré-plantio é o glifosato. Nas lavouras onde está sendo adotado o sistema de plantio direto, recomenda-se também o herbicida glifosato, para dessecar previamente a vegetação.

4.7 Desenvolvimento de materiais de sorgo granífero na região

Na Tabela 16, constam os resultados médios de ensaios de avaliação de cultivares de sorgo em condição de sequeiro e irrigado, em diferentes ambientes do semiárido. Esses dados refletem o potencial máximo obtido de cultivares (híbridos comerciais e variedades). São mostrados os dados de produção de grãos entre 5.800 e 8.800 kg ha⁻¹ em condições de sequeiro e diferentes distribuições hídricas no ciclo. Os dados referentes à produção de grãos em condições irrigadas são relatados por AGUIAR (1978), no vale do São Francisco (PE), onde foram obtidos 19.391 kg ha⁻¹ de grãos, em três colheitas sucessivas e em menos de 300 dias.

Tabela 16. Níveis máximos de produtividade (kg ha⁻¹) de sorgo granífero em diferentes ambientes do semiárido, sob regime de sequeiro e de irrigação.

Cultivar	Híbrido comercial	Variedade	Ambiente	Chuva no ciclo (mm)
BRS 307	4.873	-	Araripina- PE, 2003	267
BR 300	6.766	-	Caruaru- PE, 1988	304
BRS 310	5.850	-	Janaúba- MG, 2007	519
Contigrão	7.643	-	Serra Talhada- PE, 1980	783
IPA 1011	-	7.760	Touros- RN, 2005	Irrigado
IPA 1163	-	7.848	Serra Talhada- PE, 1984	686
IPA 2589	-	7.550	Araripina- PE, 1988	584
IPA 2477	-	8.717	Serra Talhada- PE, 1985	1.072
	1. ^a colheita - planta:	9.313		
Híbrido comercial	2. ^a colheita - soca:	6.476		
(Média de produção)	3. ^a colheita - ressoca:	3.602	Vale do São Francisco, PE	Irrigado
	Total:	19.391		

Fonte: AGUIAR (1978); TABOSA et al. (1993); ALBUQUERQUE et al., (2011); LIMA et al., (2008); SWEARINGIN et al., (1971); TABOSA et al., (2009).

5. Considerações finais

A expansão da cultura de sorgo no semiárido brasileiro também é função direta das políticas públicas governamentais e respaldadas pelos programas de pesquisa, notadamente do melhoramento vegetal e manejo do cultural.

A opção de cultivo do sorgo está ligada à atividade agrícola desenvolvida no extrato rural, principalmente a partir de cultivares desenvolvidas para a região. No caso do uso de alta tecnologia, pode ocorrer a adoção de novos híbridos comerciais.

A decisão de adotar ou não o sistema de produção de sorgo é determinada pela educação dos produtores, acesso à assistência técnica, participação em associações ou cooperativas e acesso ao crédito.

Avanços técnicos ainda precisam ser atingidos no que diz respeito a cursos dirigidos para produtores, de forma que a cultura do sorgo seja mais conhecida em todos os seus aspectos técnicos e econômicos, quebrando assim, paradigmas no manejo cultural.

Cerca de 35% dos solos agricultáveis existentes no espaço denominado semiárido brasileiro possuem aptidão plena e regular para a cultura do sorgo.

O Zoneamento de Risco Climático constitui uma ferramenta de capital importância na definição das aéreas, dos períodos de plantio e recomendação de cultivares, evitando com isto o risco de frustração de safra.

A cultivares graníferas assumem maior importância, quando para a utilização do restolho são definidas práticas direcionadas para alimentação animal, na forma de corte ou pastejo.

As cultivares forrageiras são mais utilizadas nos polos de pecuária leiteira do que as cultivares graníferas.

O desenvolvimento de variedades sacarinas para produção de etanol também potencializa o uso desses materiais genéticos para produção forrageira.

Os programas de melhoramento de sorgo representam maior importância no desenvolvimento de cultivares, desde que direcionadas e adaptadas às adversidades ambientais ocorrentes na região do semiárido brasileiro.

6. Referências

- AB'SABER, A.N. **O domínio morfoclimático semiárido das caatingas brasileiras**. Terezina: UFPI, 1984. 4p.
- AGUIAR, P.A.A. Potencial anual de produção de sorgo granífero sob condições irrigadas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12., 1978, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia: Embrapa- DID, 1979. p.119.
- ALBUQUERQUE, C.J.B.; VON PINHO, R.G.; RODRIGUES, J.A.S.; BRANT, R.S.; MENDES, M.C. Espaçamento e densidade de semeadura para cultivares de sorgo granífero no semiárido. **Bragantia**, v.70, nº 2, p.278-285, 2011.
- ASA BRASIL - Articulação no Semiárido Brasileiro. Disponível em: <www.asabrasil.org.br>. Acesso em: 14 nov. 2009.
- APPS - Associação Paulista dos Produtores de Sementes e Mudas.
Grupo Pró-Sorgo: evolução da área e produção do sorgo no Brasil. Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.apps.agr.br/dado-estatisticos>>. Acesso em: 14 out. 2011.
- BARROS, A.H.C.; TABOSA, J.N.; SILVA, A.A.G.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; SANTOS, J.C.P.; AMARAL, J.A.B.; LACERDA, F.F.; ASSAD, E.D.; SIMÕES, R. Zoneamento de risco climático para o sorgo no estado de Pernambuco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004. Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: SBMET, 2004. 1 CD-ROM.
- BLUM, A. Genotypic responses in sorghum to drought stress; I. response to soil moisture stress. **Crop Science**, v.14, n.4, p.361-364, 1974.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Câmara dos Deputados. **Nova delimitação do semiárido brasileiro: estudo**. Brasília, DF, 2007. 34p.
- CONAB - Companhia Brasileira de Armazenamento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2010/2011-quarto levantamento**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2011.
- DICKO, M. H.; GRUPPEN, H.; ZOUZOUHO, O. C. ; TRAORÉ, A. S. ; VAN BERKEL, W. J. H.; VORAGEN, A. G. J. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities. *African Journal of Biotechnology*: Vol. 5, N.5, pp. 384-395, 2006. Disponível em <http://www.academicjournals.org/AJB>.
- EVANGELISTA, F.R. **A agricultura familiar no Brasil e no Nordeste**. Fortaleza: BNB-ETENE, 2000. 12p.
- FAO - Food And Agriculture Organization of The United Nations. **FAOSTAT 2008**. Disponível em: <www.faostat.org/site/567/>. Acesso em: 30 out. 2011.
- FERNANDES, C.S. Sorgo - fertilidade do solo e nutrição de plantas. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO., 1980, Vitória de Santo Antão, PE. **Curso de extensão sobre a cultura do sorgo**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.7-13. (IPA. Documentos, 1).
- FETRAECE - Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Estado do Ceará. **Semiárido brasileiro**. 2012. Disponível em: <www.fetraece.org.br>. Acesso em: 6 jun. 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Milho e Sorgo. **Sistema de produção 2**. Disponível em: <www.sitemadeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 20 maio 2012.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO, 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 26/4/2013.
- ICRISAT – International Crops Research for the Semi-Arid Tropic. **Sweet sorghum: food, feed, and fuel crop**. Andhra Pradesh, India, 2008. Disponível em: <www.icrisat.or>. Acesso em: 14 nov. 2010.
- IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária. **Programa de sorgo granífero de Pernambuco**. Recife: SARA/IPA, 2008. n.p. (Relatório IPA).
- IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco. A Cultura do Sorgo em Pernambuco – Resultados de Ações de Pesquisa na Produção de Grãos e Forragem: 1963 – 2010. 2010, n. p., snt (Relatório IPA).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Eletrônica (SIDRA). 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25/03/2013.

- JACOMINE, P.K.T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V.V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS/UFV/DPS, 1996. p.95-111.
- LACERDA, C. F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M. A. O.; RUIZ, H. A.; PRISCO, J. T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, v.47, p.107-120, 2003.
- LIMA, G.S. **Estudo comparativo de resistência à seca no sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L) Moench) em diferentes estádios de desenvolvimento**. 1998. 123p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, 1998.
- LIMA, J.M.P.; TABOSA, J.N.; LIMA, M.L.; DANTAS, J.A.; CINHA, E.E.; OLIVEIRA, J.G.A.; CASTRO, O.P.C.M. Avaliação de cultivares de sorgo forrageiro sob cultivo de sequeiro e irrigado na Chapada do Apodi, RN. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina, PR. **Resumo expandido...** Londrina: EMBRAPA-CNPMS, 2008a. 1 CD ROM. .
- LIMA, J.M.P.; LIRA, M.A.; DANTAS, J.A.; OLIVEIRA, J.S.F.; LIMA, J.G.A. BRS Ponta Negra: variedade de sorgo de dupla finalidade para o Semiárido nordestino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina, PR. **Resumo expandido...** Londrina: EMBRAPA-CNPMS, 2008b. 1 CD ROM.
- LIRA, M.A. Considerações sobre o potencial do sorgo em Pernambuco. In: CURSO DE EXTENSÃO SOBRE A CULTURA DO SORGO., 1980, Vitória de Santo Antão, PE. **Curso de Extensão sobre a cultura do sorgo**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1981. p.87-88. (IPA. Documentos, 1)
- LIRA, M.A.; ARAÚJO, M.R.A.; MACIAL, G.A.; FREITAS, E.V.; ARCOVERDE, A.S.S.; LEIMIG, G. Comportamento de novas progênies de sorgo forrageiro para o semiárido pernambucano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n. 11, p.1239-1246, 1986.
- MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 3).
- MONTEIRO, M.C.D. Obtenção e avaliação de híbridos forrageiros de *Sorghum bicolor* (L) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper Stapf para o Semi-árido de Pernambuco. 1999, 79f. Dissertação (Mestrado) – UFRPE.
- NASCIMENTO, M.M.A.; TABOSA, J.N.; SIMPLÍCIO, J.B.; BRITO, A.R.M.B.; REIS, O.V.; CARVALHO, H.W.L.; SILVA, F.G.. Desempenho de variedades de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos de Pernambuco, Alagoas e Sergipe na produção de biomassa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EMBRAPA-CNPMS, 2006. 1 CD-ROM.
- OLIVEIRA, F. M. Consumo humano do sorgo na propriedade agrícola. **Informe Agropecuário**, n.144. p.11-13, 1986.
- OLIVETTI, M.P.A.; CAMARGO, A.M.M.P. Aspectos econômicos e desenvolvimento da cultura do sorgo. **Informações Econômicas**, v.27, n.1, p.35-46. 1997.
- PAUL, C.L. **Agronomia del sorgo**. Andhra Pradesh, Índia: ICRISAT, 1990. 301p.
- QUEIROZ, V.A.V.; VIZZOTO, M.; CARVALHO, C.W.P.; MARTINO, H.S.D. **O Sorgo na alimentação humana**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 19p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 33).
- RIBAS, P.M. Sorgo no complexo produtivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19., 1992, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SAA/SCT/ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS/CIENTEC, 1992. p.7-39.
- SÁ, I.B.; RICHE, G.R.; FOTIUS, G.A. As paisagens e o processo de degradação do semiárido nordestino. In: SÁ, I.B.; RICHE, G.R.; FOTIUS, G.A. Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA/UFPE, 2004. p.17-36.
- SCHAFFERT, R.E.; RIBAS, P.M. Seminário temático sobre sorgo: pesquisa, desenvolvimento e agronegócio. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. 52p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documento, 14).
- SCHMIDT, A.A.P. O sorgo. São Paulo: Icone, 1987. 63p.
- SWEARINGIN, M.L.; FOLEY, J.R.; MORRIS, W.H.B.; NEVES, J.D. Grain sorghum for Northeast, Brazil: A feasibility study-Washington, D.C.: Agency for International Development, 1971.

TABOSA, J.N.; TAVARES FILHO, J.J.; ARAÚJO, M.R.A.; ENCARNAÇÃO, C.R.F.; BURITY, H.A. Water use efficiency in sorghum and corn cultivars under field conditions. *Sorghum Newsletter*, v.30, s/n., p.91-92, 1987.

TABOSA, J. N.; FRANÇA, J. G. E.; SANTOS, J. P. O. et al. Teste em linhas de sorgo no semi-árido de Pernambuco para consumo humano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.28, n.12 p.1385-1390, 1993.

TABOSA, J. N.; REIS, O. V. dos; BRITO, A. R. de M. B.; MONTEIRO, M. C. .D.; SIMPLÍCIO, J. B.; OLIVEIRA, J. A. C. de; SILVA, F. G. da; AZEVEDO NETO, A. D. de; DIAS, F. M.; LIRA, M. de A.; TAVARES FILHO, J. J.; NASCIMENTO, M. M. A. do; LIMA, L. E. de.; CARVALHO, H. W. L. de; OLIVEIRA, L. R. de. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes agroecológicos dos Estados de Pernambuco e **Alagoas. Rev. Bra. de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.2., p.47-58, 2002.

TABOSA, J. N.; SANTIAGO, N. C. D. O sorgo no agreste e sertão de Pernambuco – Uma alternativa viável para o agronegócio avícola. Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA. Relatório Técnico, snt, np. 2004.

TABOSA, J. N.; SIMPLÍCIO, J. B.; SANTOS, J. P. O; LIMA, G. S. de. Sorghum genotypes for dual purpose productivity in the semi-arid environment of Pernambuco, Brazil. *International Sorghum And Millets Newsletter - ISMN*, Georgia, USA, v. 36, S/N, p. 97-98, 1995.

TABOSA, J. N.; TAVARES, J. J.; REIS, O.V.; SIMPLÍCIO, J.B.; CARVALHO, H.W.L.; NASCIMENTO, M.M.A.; MERGULHÃO, A.C.E.S. Variedades de sorgo para o Sertão do Araripe: produção de grãos e palhada. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: EMBRAPA, CNPMS, 2006. 1 CD-ROM.

TABOSA, J.N.; SIMPLÍCIO, J.B.; NASCIMENTO, M.M.A.; REIS, O.V.; SILVA, F.G.; LIMA, J.M.P. Comportamento de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes ambientes do semiárido nordestino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27., 2008, Londrina. Anais... Londrina: EMBRAPA-CNPMS, 2008. 1 CD-ROM.

TABOSA, J. N.; TAVARES, J. A.; REIS, O. V. dos; SIMPLÍCIO, J. B.; LIMA, J. M. P. de; CARVALHO, H. W. L. de; NASCIMENTO, M. M. A do. Potencial do sorgo granífero em Pernambuco e no rio grande do Norte – Resultados obtidos com e sem irrigação. IN: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27, Londrina, PR, 2008. CD ROM, resumo expandido

UNICEF – Fundo das Nações Unidas para Infância. O semiárido brasileiro e a segurança alimentar e nutricional de crianças e adolescentes. Disponível em: <www.unicef.org/brasil/pt/cadernos_completos.pdf>. Acesso em: 30 out. 2011.

ZAGO, C. P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO WE SORGO. Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete lagoas, 1992. p. 9-26. (EMBRAPA – CNPMS. Circular técnica, 17).

ZANE - Zoneamento agroecológico do Nordeste. 2000. Disponível em: <www.uep.cnps.embrapa.br/zoneamento_zane>. Acesso em: 12 jun. 2012.