

Expansão Potencial da Produção de Sorgo Granífero no Brasil no Sistema de Rotação com Soja Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2015/16



ISSN 1679-0154
Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 125

Expansão Potencial da Produção de Sorgo Granífero no Brasil no Sistema de Rotação com Soja Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2015/16

Elena Charlotte Landau
Déa Alécia Martins Netto

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: E. C. Landau (Sete Lagoas/MG, maio/2011)

1ª edição

Versão Eletrônica (2015)

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)

Embrapa Milho e Sorgo

Landau, Elena Charlotte.

Expansão potencial da produção de sorgo granífero no Brasil no sistema de rotação com soja considerando o zoneamento de risco climático 2015/16 / Elena Charlotte Landau, Déa Alécia Martins Netto. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

27 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 125).

1. Sorghum bicolor. 2. Produção. 3. Sistema de cultivo. 4. Aptidão climática. I. Netto, Déa Alécia Martins. II. Título. III. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	12
Conclusões	22
Agradecimentos	22
Referências	23

Expansão Potencial da Produção de Sorgo Granífero no Brasil no Sistema de Rotação com Soja Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2015/16

Elena Charlotte Landau¹

Déa Alécia Martins Netto²

Resumo

A cultura de sorgo granífero é utilizada para alimentação animal e, em alguns países, alimentação humana. É tolerante a condições de estresse hídrico, o que permite período maior de cultivo, demandando investimentos relativamente menores que outras culturas, representando uma opção de renda para agricultores situados em diversas regiões do país. O zoneamento de risco climático para a cultura é um programa governamental através do qual são indicadas as épocas de plantio com menor risco de perda de safra nos municípios brasileiros edafoclimaticamente aptos para o plantio. O objetivo deste trabalho foi identificar áreas agrícolas com potencial climático para o aumento de áreas plantadas com sorgo granífero no país, representando áreas com potencial para

¹Bióloga, D.Sc. em Zoneamento Ecológico - Econômico, Agroclimatologia e Geoprocessamento, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, charlotte.landau@embrapa.br

²Eng.-Florestal, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, dea.netto@embrapa.br

expansão desse cereal. A partir da integração espacial entre mapas das áreas municipais plantadas com sorgo granífero no Brasil, em 2014, municípios com aptidão climática para o plantio da cultura, considerando o zoneamento agrícola para a safra 2015/2016, foram identificados, além de áreas agrícolas com potencial climático para expansão da cultura. Foi estimada aptidão climática para expansão em 23,82 milhões de hectares, com potencial para aumento da produção em torno de 54 vezes a registrada em 2014. A época com menor risco climático para plantio de sorgo em mais do que 80% dessas áreas adicionais estende-se entre o início de janeiro e o primeiro decêndio de fevereiro. A expansão futura da cultura dependerá de incentivos econômicos, solução de gargalos técnicos e logísticos nas áreas identificadas.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, área plantada, produção, análise espaço-temporal, geoprocessamento, integração espacial.

Potential Expansion of Grain Sorghum in Brazil Considering the Agroclimatic Zoning

Elena Charlotte Landau¹

Déa Alécia Martins Netto²

Abstract

The cultivation of grain sorghum is an important alternative mostly for animal feed and for human consumption. Being tolerant to water stress conditions, allows longer periods of growing investment, and demands less investments than other crops, representing an income option for farmers located in different regions of the country. The zoning of the climatic risk for the culture is a government program to indicate the growing seasons with lower risk of yield loss in Brazilian municipalities with able soil and climatic conditions to plant it. The goal of this study was to identify areas with climatic potential for planting grain sorghum and where plantings do not occur, representing areas with potential for expansion of this cereal. Based on the spatial integration between maps of municipal areas planted with grain sorghum in Brazil in 2014, municipalities with low risk climate conditions for its planting and estimation of agricultural land potentially available for planting the crop, were identified areas for the culture expansion. The potential expansion was of 23.82 million hectares, with potential to increase production

around 54 times that recorded in 2014. The time with less risk climate for planting grain sorghum in more than 80% of these additional areas extends from the beginning of January and the first ten days of February. The future expansion of the crop will likely depend on economic incentives, solving technical and logistical bottlenecks in the identified areas.

Keywords: *Sorghum bicolor*, planted area, production, spatio-temporal variation, mapping, GIS.

Introdução

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma espécie de origem tropical cultivada em várias regiões do mundo. Muitos países o utilizam como principal fonte de alimento. No Brasil, sua principal utilização está na alimentação animal, como alternativa ao milho para a fabricação de rações, possibilitando uma redução no custo da produção (RODRIGUES, 2010). Adicionalmente, representa um elemento importante no sistema de rotação de culturas e produção de biomassa no sistema de plantio direto, dado o seu denso e dinâmico sistema radicular, capaz de descompactar o solo e movimentar os nutrientes nas diferentes camadas do solo (LANDAU; GUIMARÃES, 2010a). O sorgo apresenta vantagens que o tornam atrativo, por ser uma cultura de baixo custo quando comparada à do milho; ser tolerante a condições de estresse hídrico; permitir maior amplitude das épocas de plantio que outras culturas de grãos, sem que a produtividade seja afetada drasticamente; apresentar menos problemas com pragas e doenças que outras culturas; responder muito bem ao investimento feito; apresentar grande potencial produtivo; ser nutritivo; apresentar contaminações menores com micotoxinas

que outros grãos e ter aceitação no mercado de compradores de cereais (WAQUIL et al., 2003; ATLANTICA SEMENTES, 2012).

Nas últimas décadas, houve uma expansão significativa da cultura de sorgo granífero, tanto em número de municípios brasileiros quanto em termos de área plantada, tendo passado de 854 km² em 1975 para 8.511,46 km² em 2014 (IBGE, 2015). No mesmo período, também foi observado um aumento considerável de produção e de rendimento médio. Enquanto em 1975 a produção nacional foi de cerca 200 mil toneladas, a partir de 2003, a produção anual do país ultrapassou 1 milhão e meio de toneladas. Em termos de rendimento médio, a produtividade praticamente dobrou nas últimas décadas. Enquanto em 1983 foi registrada uma produtividade média de 1.339 kg/ha, a partir de 2003 a produtividade passou a ser maior do que 2.000 kg/ha; sendo que, em 2014, a produtividade média dos municípios com plantios da cultura foi de 2.280 kg/ha.

Entre 1975 e 1987/1988, os plantios de sorgo granífero concentravam-se na Região Sul, principalmente em municípios da Campanha Gaúcha do Rio Grande do Sul, e no Estado do Paraná. A partir de 1994, a Região Centro-Oeste passou a se destacar em termos de área plantada e quantidade produzida de grãos, principalmente no sul do Estado de Goiás e em municípios dos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul situados em altitudes maiores que 300 m (LANDAU et al., 2008). De forma geral, na última década, a produção de sorgo granífero tem aumentado, principalmente em plantios de rotação a safras de verão de outras culturas de grãos da Região Sudeste e da Região Centro-Oeste. Nessas regiões, houve uma produção em torno de 50 mil toneladas de sorgo granífero na década de 1990, e passou para 500 mil toneladas ao ano no final

da mesma década. De acordo com o IBGE (2015), os Estados de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso foram os que tiveram maior participação na produção de sorgo granífero em 2014, representando, juntos, mais que 75% da área plantada e 83% da produção nacional. Entre os anos de 2011 e 2014, foi verificada diminuição da área plantada nos Estados do Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Sul e São Paulo; e aumento da área plantada nos Estados de Goiás, Minas Gerais e Bahia.

Entre os fatores que contribuíram fortemente para o aumento da produção de sorgo granífero nas últimas décadas estão: 1) a criação do Grupo Pró-Sorgo, no início dos anos 90, constituído por representantes da indústria de sementes, da pesquisa agropecuária, de instituições públicas e outros, que teve como objetivo o fomento da produção de sorgo no Brasil, com maior divulgação das potencialidades da cultura e suas modernas tecnologias; 2) a adoção crescente do sistema de produção de plantio direto nas Regiões Centro-Oeste e Sudeste, tendo o sorgo como uma cultura que, além de viável para a rotação com a soja, produz boa palhada, necessária para o sistema; e 3) a crescente importância da safra de outono (2ª safra agrícola ou “safrinha”) na região central do Brasil, onde o sorgo representa menor risco de perda de safra do que outras culturas, por ser mais resistente ao estresse hídrico que culturas como o milho (DUARTE, 2010). Assim, soja e milho representam as principais culturas plantadas na época de 1ª safra agrícola nas regiões em que se concentram os plantios de sorgo granífero no país (IBGE, 2015).

Apesar do aumento considerável de área plantada com sorgo granífero nas últimas décadas, dada a tolerância da cultura a estresse hídrico, é provável que ainda existam regiões

com potencial de expansão de sorgo granífero. Em 2013, foi realizado um levantamento das áreas com potencial para expansão da cultura, considerando dados de plantio levantados para a safra de 2010. Após 2010, houve variação em termos de área plantada com a cultura por Estado e também foram publicadas novas versões do zoneamento agrícola. O presente trabalho visa atualizar o levantamento de áreas agrícolas com aptidão climática para expansão da cultura de sorgo granífero no Brasil a partir de 2014, representando locais para onde poderão ser direcionados esforços nesse sentido.

Material e Métodos

Foram organizados dados municipais sobre a área plantada com sorgo granífero e soja entre 2011 e 2014, disponibilizados pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), período posterior ao considerado por Landau et al. (2013) (que se basearem em dados de plantios da cultura até 2010).

Para a identificação dos municípios com aptidão climática para o plantio de sorgo granífero, foram também organizados os dados referentes ao zoneamento de risco climático da cultura considerando a safra agrícola 2015/16, disponibilizados por Estado e município pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015) para 17 Estados/Unidades da Federação: Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Sergipe, São Paulo e Tocantins. Desta base foram corrigidos erros de grafia de municípios, para possibilitar a associação posterior das informações municipais com as organizadas anteriormente. Apesar da variação de épocas

indicadas para o plantio da cultura entre municípios vizinhos de determinados Estados (LANDAU; GUIMARÃES, 2010b), optou-se por considerar climaticamente aptas para o plantio de sorgo granífero as épocas indicadas no zoneamento de risco climático para a cultura, por se tratar do zoneamento oficial existente, e com base no qual são definidos os municípios em que os agricultores poderão receber crédito rural e seguro agrícola.

As informações foram georreferenciadas, sendo utilizado sistema de informações geográficas, considerando a malha municipal digital do país no *Datum* cartográfico WGS84 - *World Geodetic System*.

Os **municípios** com potencial para expansão dos plantios de sorgo granífero foram identificados a partir da comparação (sobreposição espacial) entre os mapas temáticos de áreas plantadas com sorgo granífero por município em 2014 e municípios com áreas climaticamente aptas para o plantio da cultura, considerando o zoneamento de risco climático para a safra 2015/16 de sorgo granífero plantado em solo argiloso e com tempo de emergência-maturação fisiológica inferior a 110 dias (ciclo precoce).

O fato de um município apresentar aptidão climática para o plantio de sorgo granífero não implica que toda a área do município possa ser destinada para o plantio da cultura. Áreas ocupadas por centros urbanos, benfeitorias rurais, corpos d'água, áreas de preservação permanente e unidades de conservação são exemplos de locais não aptos para o plantio de culturas. Assim, a estimativa da **área agrícola** climaticamente apta para a expansão do plantio de sorgo granífero na época de safrinha baseou-se no somatório das áreas máximas anuais

plantadas entre 2011 e 2014 com soja nos municípios com aptidão climática para o plantio de sorgo granífero. A **área para expansão potencial** do plantio de sorgo granífero ou área adicional possível de ser plantada com sorgo foi estimada considerando a diferença entre a maior área anual destinada para os plantios de soja por município entre 2011 e 2014, os municípios climaticamente aptos para o plantio de sorgo granífero e as áreas anuais já plantadas com a cultura em 2014, tendo como base a situação de 2014. Para estimativa do aumento potencial da produção de sorgo granífero decorrente do aumento da área com potencial de aumento de plantios com a cultura, foi multiplicado o tamanho da área para expansão potencial do plantio de sorgo granífero por município pela produtividade média obtida anteriormente. Para os municípios em que foi plantado sorgo granífero entre 2011 e 2014, foi considerada a produtividade média nesse período. No caso dos municípios com potencial para expansão do plantio de sorgo granífero em que não foram registrados plantios da cultura nesse período, foi considerado o rendimento médio nacional no período, calculado em 2.266 kg/ha. Para fins de mapeamento, os dados de área plantada e quantidade produzida foram relativizados considerando a área total do respectivo município, dividindo o valor absoluto da área plantada ou quantidade produzida no município pela área total deste.

Resultados e Discussão

Em 2014, foram plantados 851.146 ha de sorgo granífero no Brasil. Destes, 57,017% da área plantada concentrou-se na Região Centro-Oeste, principalmente nos Estados de Goiás (39,37%), Mato Grosso (16,31%) e Mato Grosso do Sul (1,17%) (Figura 1). Na mesma Região, o Distrito Federal foi responsável

por 0,96% da área plantada no país. Nas Regiões Sudeste e Nordeste, foram plantadas, respectivamente, 21,88% e 15,83% das áreas nacionais destinadas para o plantio da cultura de sorgo granífero. Na Região Sudeste, ocorreram plantios em Minas Gerais e São Paulo (respondendo, respectivamente, por 20,03% e 1,85% da área plantada no país). Na Região Nordeste, os plantios concentraram-se no Estado da Bahia (14,18% da área plantada no país), tendo sido plantadas pequenas áreas nos Estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco (respondendo, respectivamente, por 1,33%, 1,16%, 0,08%, 0,07% da área plantada no país). Nas Regiões Sul e Norte, foram plantadas, respectivamente, apenas 3,02% e 2,88% das áreas nacionais ocupadas com sorgo granífero no mesmo período. Na Região Sul ocorreram plantios no Rio Grande do Sul e no Paraná (respondendo, respectivamente, por 1,51% e 0,02% da área plantada no país). Na Região Norte, os plantios ocorreram apenas no Estado do Tocantins, responsável por 1,05% da área plantada no país em 2014.

Foi estimado um potencial de aumento da área plantada com sorgo granífero em rotação com soja de 23.822.379 ha (Figura 2). A maioria dos Estados em que já é plantado sorgo granífero apresentou potencial de expansão da área, excetuando-se os Estados de Rio Grande do Norte e Pernambuco, em que a área plantada com a cultura em 2014 foi maior que a indicada de acordo com o zoneamento de risco climático para 2015/16. Os Estados com maior potencial de aumento da área plantada com sorgo granífero foram: Mato Grosso, Rio Grande do Sul e Goiás, Estados em que foi registrada diminuição da área plantada com a cultura nos últimos anos (Figura 3). Comprando os resultados obtidos neste trabalho com os apresentados por Landau et al. (2013), referente à situação do país em 2010 e considerando

o zoneamento agrícola para a safra 2011/12, verificou-se um aumento da área e do período indicado para o plantio da cultura, principalmente considerando os municípios do Rio Grande do Sul. Isto, em grande parte, pode ser explicado pela ampliação da área e épocas indicadas para o plantio de cultura, se comparado o zoneamento agrícola para as safras de 2011/12 e 2015/16. Adicionalmente, o aumento da área de expansão potencial decorre da diminuição da área plantada no período em vários Estados, provavelmente por razões econômicas.

Foi observado potencial para expansão de sorgo granífero tanto em municípios com plantios anteriores da cultura quanto em municípios sem registros de plantio de sorgo granífero entre 2011 e 2014. Embora exista um grande potencial para expansão da cultura, observa-se que na maior parte do país as épocas mais indicadas para plantio de sorgo granífero coincide com as indicadas para plantio de 2ª safra de milho (milho “safrinha”) e/ou outras culturas (BRASIL, 2015), de forma que o agricultor acaba optando pelo plantio daquela(s) culturas das qual(ais) espera obter maior lucro ou utilidade considerando as demais atividades realizadas na propriedade rural ou região.

Uma restrição à expansão da área plantada conforme aptidão da região relaciona-se ao cuidado necessário para evitar o plantio de uma mesma cultura em extensas áreas. O plantio extensivo de uma mesma cultura agrícola (ou rotação com poucas culturas) favorece o aumento da produtividade em curto prazo e a redução de custos de produção. No entanto, também pode trazer prejuízos ambientais, sociais e econômicos que comprometem o plantio futuro dessas culturas na região. Do ponto de vista ambiental, dependendo do tipo de manejo, monoculturas podem favorecer a ocorrência de pragas, a

resistência a doenças, o exaurimento do solo, a redução da diversidade biológica original da região e a contaminação das plantas, do solo, da água e da população humana com agrotóxicos usados na lavoura. Do ponto de vista social, a mecanização agrícola para plantio de extensas áreas reduz a demanda de mão de obra no campo, provocando a emigração das populações rurais. Quanto à questão econômica, o rápido aumento da resistência de insetos e de agentes fitopatogênicos aos agrotóxicos aplicados demanda investimento financeiro progressivamente mais alto na compra de defensivos agrícolas com concentração e em quantidade cada vez maior. Adicionalmente, a ocorrência de grande oferta de um mesmo produto numa mesma região favorece a queda de preços no mercado, podendo comprometer toda a cadeia produtiva regional. Para estimular o desenvolvimento sustentável, o plantio de sorgo nas áreas adicionais identificadas, assim como nas áreas plantadas atualmente, precisará levar em conta diversos aspectos relacionados com o plantio da cultura, no intuito de maximizar vantagens e minimizar prejuízos futuros, considerando estratégias para minimizar o uso indiscriminado de agrotóxicos, controlar a erosão do solo, estimular a rotação de culturas, além de promover a adoção de práticas tecnicamente apropriadas, ambientalmente corretas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis, e que contribuam para a manutenção da sustentabilidade (EHLERS, 1994; DENTI; REIS, 2001; TRENTO et al., 2002; FAO, 2002, 2003; CIVIDANES; YAMAMOTO, 2002; FERREIRA, 2008; CUNHA et al., 2005; BARROS; SILVA, 2010; KACHANI, 2012; SANTOS et al., 2012).

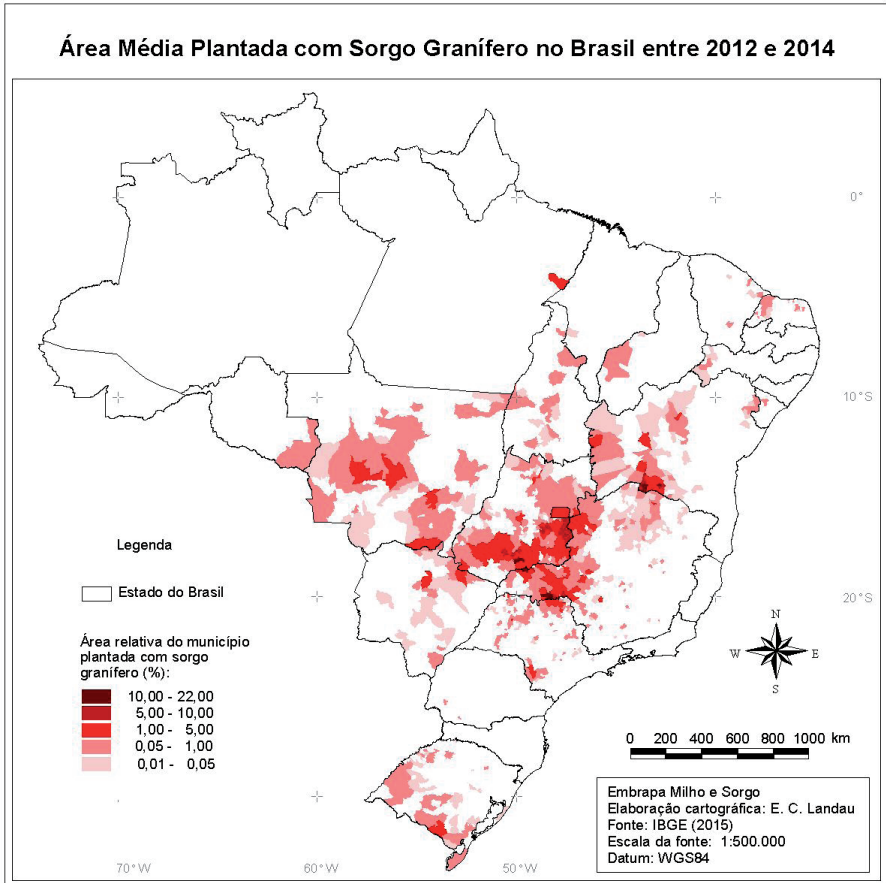
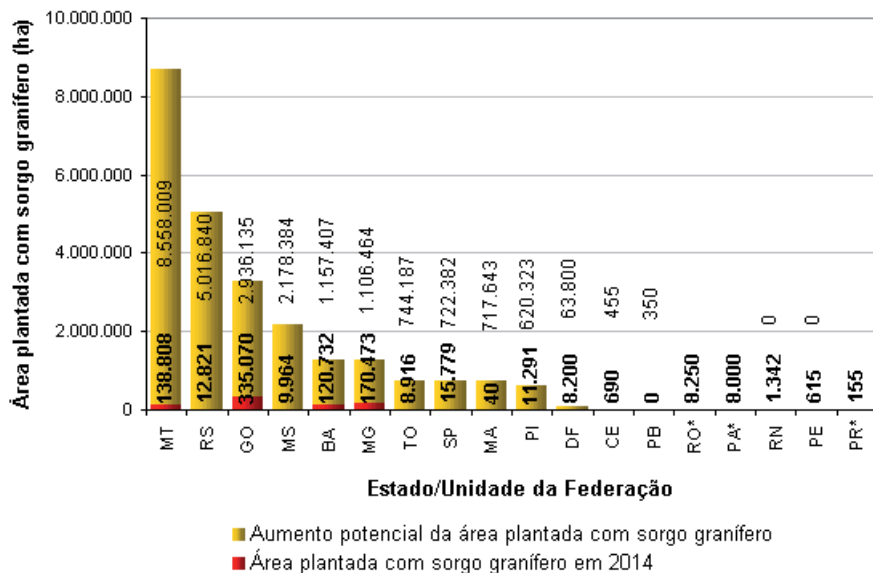


Figura 1. Área média plantada com sorgo granífero por município do Brasil entre 2012 e 2014.



* Estado sem zoneamento agrícola para sorgo granífero 2015/16

Figura 2. Áreas plantadas com sorgo granífero por Estado em 2014 (valores em negrito) e expansão potencial do plantio de sorgo granífero em rotação com a cultura de soja nos Estados do Brasil com zoneamento de risco climático para a safra 2015/16.

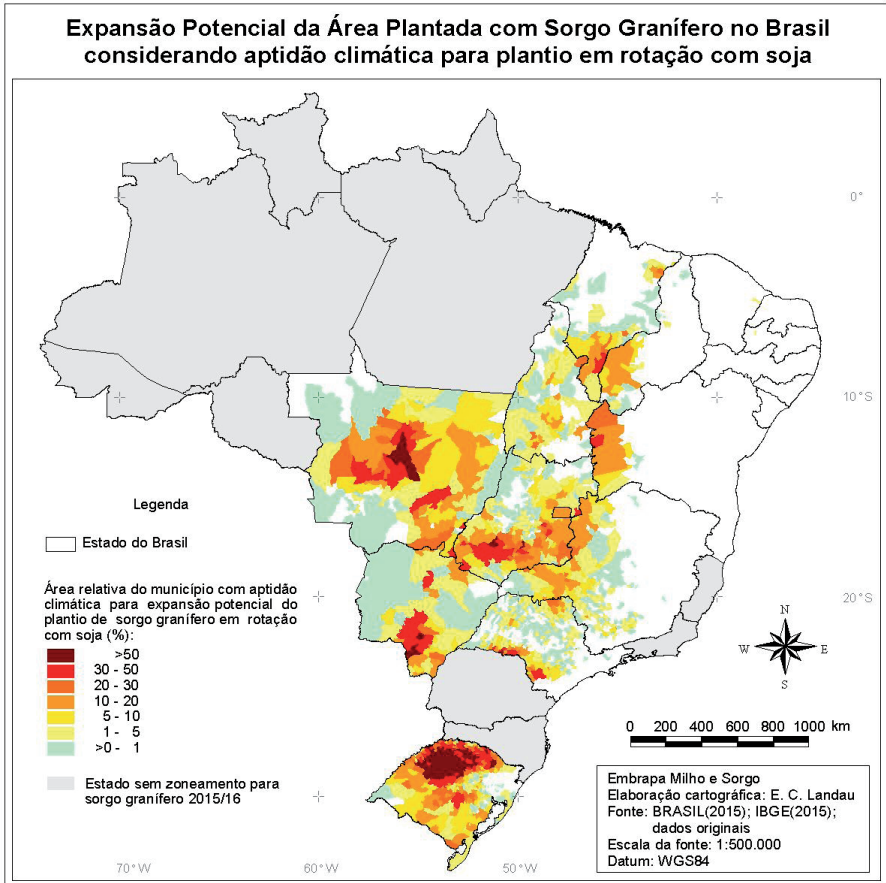
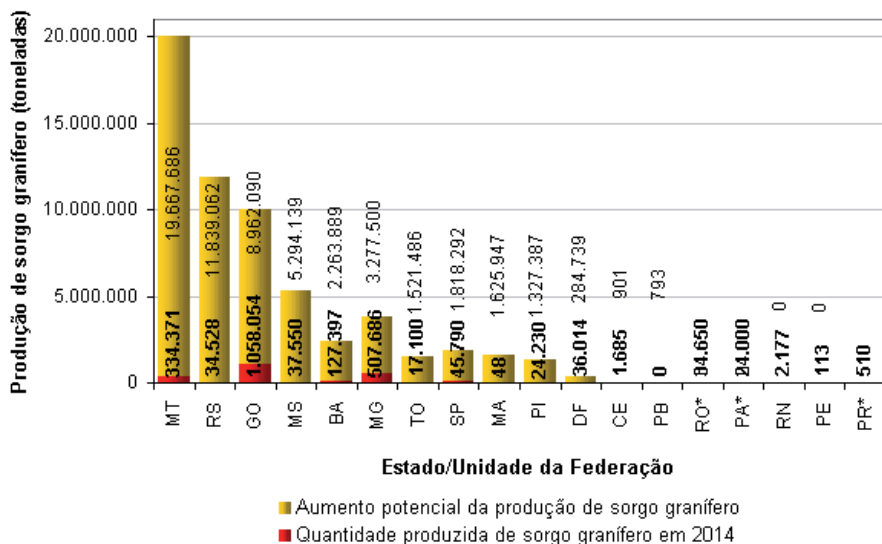


Figura 3. Expansão potencial do plantio de sorgo granífero no Brasil considerando área agrícola dos municípios com aptidão climática para o plantio da cultura. Expansão potencial relativa à área plantada por município em 2014.

Foi estimado que a expansão do plantio de sorgo granífero no Brasil, considerando as áreas agrícolas climaticamente aptas identificadas neste trabalho implicaria aumentos de produção em torno de 54 vezes a de 2014. O maior potencial de aumento da produção ocorreria nos Estados do Mato Grosso, norte do Rio Grande do Sul, sudeste de Goiás e noroeste de Minas (Figura 4). A produção nacional possível de sorgo granífero, nesse caso, poderia chegar a 2.328 milhões de toneladas por ano.



* Estado sem zoneamento agrícola para sorgo granífero 2015/16

Figura 4. Produção de sorgo granífero por Estado em 2014 (valores em negrito) e aumento potencial da produção da cultura em rotação com o plantio de soja nos Estados do Brasil com zoneamento de risco climático para a safra 2015/16.

As épocas do ano com aptidão climática para plantio de sorgo granífero variam conforme a localização geográfica do

município (Figura 5). Alguns municípios apresentam mais de uma época apta para o plantio da cultura. Na maioria dos municípios do Estado do Rio Grande do Sul, os plantios são indicados entre setembro e junho. Nos Estados de Minas Gerais e Bahia, as épocas indicadas para plantio de sorgo granífero são entre outubro e março; nos Estados do Piauí e Maranhão, entre outubro e fevereiro; e nos Estados de Tocantins e da Região Centro-Oeste, de janeiro a março. Nos Estados de Rondônia, Pará e Paraná foram registrados plantios de sorgo granífero em 2014, mas não existem indicações sobre a(s) época(s) aptas para o plantio da cultura, por não terem sido incluídos no zoneamento de risco climático.

Embora exista um grande potencial para expansão da cultura do ponto de vista edafoclimático, o aumento da área plantada com sorgo granífero provavelmente dependerá de incentivos econômicos para os agricultores, solução de gargalos técnicos, facilidades mercadológicas para comercialização e armazenamento do produto, mudança de hábitos dos agricultores e consumidores, legislação ambiental, características relacionadas com o uso atual da terra, logística e infraestrutura regionais.

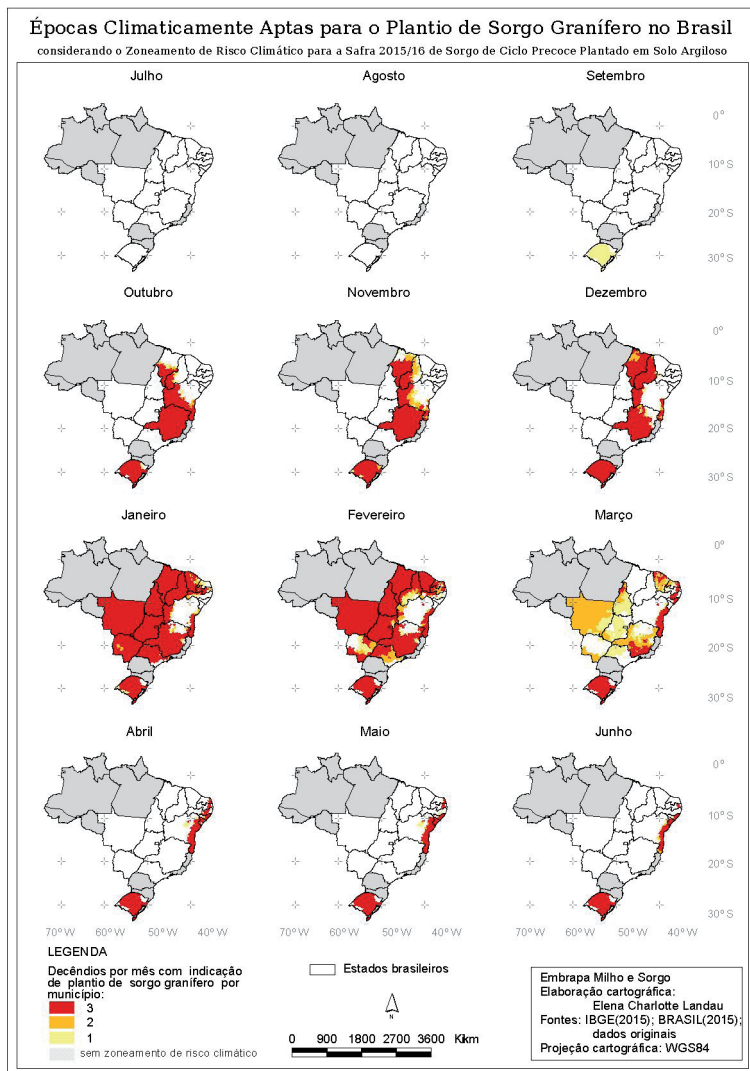


Figura 5. Épocas climaticamente aptas para o plantio de sorgo granífero por município do Brasil na safra 2015/16. São apresentadas as épocas indicadas para o plantio de cultivares com tempo de emergência-maturação fisiológica inferior a 110 dias e em solo argiloso, conforme o zoneamento de risco climático (BRASIL, 2015).

Conclusões

Quase 60% da área plantada com sorgo granífero no Brasil concentra-se na Região Centro-Oeste, principalmente nos Estados de Goiás e Mato Grosso. Na Região Sudeste, a maior parte dos plantios ocorreu no Estado de Minas Gerais. Na Região Nordeste, os plantios concentram-se principalmente no oeste dos Estados da Bahia; na Região Sul, destaca-se o Estado do Rio Grande do Sul e, na Região Norte, o Estado de Tocantins.

Todos os Estados em que já é plantado sorgo granífero e que possuem zoneamento de risco climático para a cultura apresentaram grande potencial para expansão da cultura. A área edafoclimaticamente apta para o plantio de sorgo granífero chega a 53% do território nacional, enquanto a área plantada anualmente nos últimos anos não ultrapassou 10%. Embora exista um grande potencial para expansão da cultura do ponto de vista edafoclimático, a expansão da área plantada com sorgo granífero no futuro também dependerá de incentivos econômicos para os agricultores, solução de gargalos técnicos, facilidades mercadológicas para comercialização e armazenamento do produto, mudança de hábitos dos agricultores e consumidores, legislação ambiental e características relacionadas com o uso atual da terra, aptidão potencial da cultura e características culturais de cada região.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Embrapa

Milho e Sorgo e à Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), pelo apoio dado para a realização deste trabalho.

Referências

ATLANTICA SEMENTES. **Manual técnico de sorgo-granífero**. 12 p. il. Disponível em: <[http://www.atlanticasementes.com.br/upload/manual/manual%20sorgo%20granifero\(2\).pdf](http://www.atlanticasementes.com.br/upload/manual/manual%20sorgo%20granifero(2).pdf)>. Acesso em: 05 abr.2012.

BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. de F. P. da. Práticas agrícolas sustentáveis como alternativas ao modelo hegemônico de produção agrícola. **Sociedade e Desenvolvimento Rural on line**, v. 4, n. 2, p. 89-103, set. 2010. Disponível em: <<http://www.inagrodif.com.br/revista/index.php/SDR/article/viewFile/81/81>>. Acesso em: 05 out. 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portarias de zoneamento agrícola de risco climático por Unidade da Federação**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-poruf>>. Acesso em: 09 mar. 2015.

CIVIDANES, F. J.; YAMAMOTO, F.T. Pragas e inimigos naturais na soja e no milho cultivados em sistemas diversificados. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 4, p. 683-687, out./dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162002000400010&script=sci_arttext>. Acesso em: 05 out. 2012.

CUNHA, M. J.; AMARO, R.; OLIVEIRA, A.; CASAU, F. **Tecnologias limpas em agro-pecuária**. Porto: Sociedade Portuguesa de

Inovação, 2005. 104 p. Disponível em: <http://www2.spi.pt/agroambiente/docs/Manual_IV.pdf>. Acesso em: 05 out. 2012.

DENTI, E. A.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento de grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 635-639, set. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582001000300009>. Acesso em: 05 out. 2012.

DUARTE, J. de O. Mercado e comercialização: a produção do sorgo granífero no Brasil. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sorgo/CultivodoSorgo_7ed/mercado.htm>. Acesso em: 10 ago. 2012.

DUARTE, J. de O. Mercado e comercialização: a produção do sorgo granífero no Brasil. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_7_ed/mercado.htm>. Acesso em: 10 maio 2012.

EHLERS, E. M. **O que se entende por agricultura sustentável?** 1994. 165 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-25112011-091132/pt-br.php>>. Acesso em: 05 out. 2012.

FAO. **Development of a framework for good agricultural practices**. Roma, 2003. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/development-of-a-framework-for-good-agricultural-practices-fao-2003-pdf-d305703018>>. Acesso em: 05 out 2012.

FAO. **Good agricultural practices**. 2nd. Roma, 2002. 6 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/magazine/GAP-V2-June02.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2012.

FERREIRA, C. M. **Fundamentos para implantação e avaliação da produção sustentável de grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. 229 p.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download>>. Acesso em: 06 nov. 2015.

KACHANI, M. Especialistas veem problemas com a 'monocultura' soja-milho. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 27 maio 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/1123402-especialistas-veem-problemas-com-a-monocultura-soja-milho.shtml>>. Acesso em: 05 out. 2012.

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P. Zoneamento da cultura do sorgo. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010a. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

LANDAU, E. C.; GUIMARAES, D. P. Espacialização do zoneamento de risco climático para sorgo granífero 2009/2010. 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, 2010b. 1 CD-ROM. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25156/1/0357.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2015.

LANDAU, E. C.; NETTO; D. A. M.; MURTA, G. **Aumento potencial do plantio de sorgo granífero no Brasil considerando o zoneamento de risco climático.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2013. 32 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 76). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/977538>>. Acesso em: 25 out. 2015.

LANDAU, E. C.; MENDES, S. M.; LONGO, L. A. Análise espaço-temporal da expansão do sorgo granífero no Brasil entre 1975 e 2008. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 27.; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 3.; WORKSHOP SOBRE MANEJO E ETIOLOGIA DA MANCHA BRANCA DO MILHO, 2008, Londrina. **Agroenergia, produção de alimentos e mudanças climáticas: desafios para milho e sorgo: trabalhos e palestras.** [Londrina]: IAPAR; [Sete Lagoas]: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 1 CD-ROM.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo.** 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).

SANTOS, C. dos; PEDROTTI, A.; RAMOS, O. F.; RODRIGUES, S. A. S. Aspectos da sustentabilidade no cultivo do milho

no Estado de Sergipe. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, 21., 2012, Uberlândia. **Territórios em disputa: os desafios da geografia agrária nas contradições do desenvolvimento brasileiro.** Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

TRENTO, S. M.; IRGANG, H. H.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 6, p. 609-613, nov./dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582002000600009>. Acesso em: 05 out. 2015.

WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; CRUZ, I. **Manejo de pragas na cultura do sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 25 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 27).

