

Expansão Potencial da Produção de Milho 2ª safra no Brasil no Sistema de Sucessão Soja-Milho Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2014/15



Montagem elaborada por E. C. Landau a partir de fotos obtidas por ela mesma em ago/2012 em Sete Lagoas/MG

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 124

Expansão Potencial da Produção de Milho 2ª safra no Brasil no Sistema de Sucessão Soja-Milho Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2014/15

Elena Charlotte Landau
José Carlos Cruz
André Hirsch
Daniel Pereira Guimarães

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: Elena Charlotte Landau

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

Expansão potencial da produção de milho 2ª safra no Brasil no sistema de sucessão soja-milho considerando o zoneamento de risco climático 2014/15 / Elena Charlotte Landau ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015

26 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 124).

1. *Zea mays*. 2. Produção. 3. Safrinha. 4. Aptidão climática. I. Landau, Elena Charlotte. II. Série.

CDD 633.15 (21. ed.)

© Embrapa 2015

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	14
Conclusões	22
Agradecimentos	23
Referências	23

Expansão Potencial da Produção de Milho 2ª safra no Brasil no Sistema de Sucessão Soja-Milho Considerando o Zoneamento de Risco Climático 2014/15

Elena Charlotte Landau¹

José Carlos Cruz²

André Hirsch³

Daniel Pereira Guimarães⁴

Resumo

A produção de milho é de grande importância econômica para o Brasil. A crescente demanda nacional e mundial pela produção de milho aumenta a necessidade de identificação de áreas agrícolas com potencial para expansão da produção do cereal. Por questões econômicas, a maior tendência de aumento da produção nacional de milho nos últimos anos tem sido verificada na época de “safrinha” ou segunda safra agrícola. O presente trabalho visa identificar áreas agrícolas com potencial para aumento da produção de milho no Brasil, plantado na época de safrinha. A partir da integração espacial entre dados anuais e por safra disponibilizados pelo

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

²Eng.-Agrôn., Ph.D. em Fitotecnia e Manejo de Solos, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, josecarlos.cruz@embrapa.br

³Professor Adjunto da Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Sete Lagoas. Topografia e Geoprocessamento, Sete Lagoas, MG. hirsch_andre@ufsj.edu.br

⁴Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo em Agroclimatologia e Geoprocessamento Sete Lagoas, MG. daniel.guimaraes@embrapa.br

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre as áreas plantadas com milho e soja entre 2011 e 2014; e dados do zoneamento agrícola disponibilizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para a safra 2014/2015, indicando municípios com aptidão climática para o plantio de milho na 2ª safra, foram identificados municípios e áreas agrícolas com potencial climático para expansão da 2ª safra de milho no Brasil, no sistema de sucessão soja-milho. Foi estimado um potencial para expansão em 11,8 milhões de hectares da área agrícola plantada com milho no sistema soja-milho. A maior parte dessas áreas concentrou-se nas Regiões Centro-Oeste e oeste dos Estados do Paraná, Minas Gerais e São Paulo, estando a maioria dessas áreas adicionais localizadas em municípios em que já foi plantado milho safrinha nos últimos anos. A época com menor risco climático para plantio de milho safrinha estende-se entre o início de janeiro e o primeiro decêndio de fevereiro. O plantio dessas áreas adicionais poderia implicar um aumento de 2,18 vezes da produção de milho no Brasil na época de safrinha. A futura expansão da cultura provavelmente dependerá de incentivos econômicos, solução de gargalos técnicos e logísticos nas áreas identificadas.

Palavras-chave: *Zea mays*, área plantada, produção, zoneamento agroclimático, análise espaço-temporal, geoprocessamento.

Potential Expansion of Winter Maize Planting in Brazil on the Rotation System Soybean-Maize Considering the Agroclimatic Zoning 2014/15

Elena Charlotte Landau¹

José Carlos Cruz²

André Hirsch³

Daniel Pereira Guimarães⁴

Abstract

Maize production is of great economic importance for Brazil. The growing domestic and global demand for maize production increases the need for identification of agricultural areas with potential for increased production of this cereal. For economic reasons, the biggest trend of increasing national production of maize in recent years has been verified at the second harvest. This study aims to identify agricultural areas with climatic potential for increased production of maize planted after soybean. From the spatial integration between areas annually planted with corn and soybean per harvest within 2011 and 2014 provided by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), and data indicating municipalities with climate suitability for planting maize during the “safrinha” provided by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) for 2014/2015, we identified municipalities and agricultural areas with climatic potential for the expansion of the 2nd maize harvest in Brazil, considering the system of soybean- maize rotation. We identified a potential for expansion of 11.8 million hectares

of agricultural land planted with maize, on the soybean- maize system. Most of these areas were concentrated in the Midwest region and on the western part of the states of Paraná, Minas Gerais and São Paulo, with the majority of these additional areas located in municipalities where it was already planted 2nd harvest of maize in recent years. The time with less climate risk climate planting winter maize in more than 80% of these additional areas extends from the beginning of January and the first ten days of February. The planting of these additional areas could result in a 2.18 increase in maize production in Brazil at the time in late summer. The future expansion of the crop will likely depend on economic incentives, solving technical and logistical bottlenecks in the identified areas.

Keywords: *Zea mays*, planted area, production, agroclimatic zoning, spatio-temporal variation, mapping, GIS.

Introdução

O milho representa uma importante *commodity* agrícola para o Brasil, sendo cultivado nas diversas regiões do país, em diferentes sistemas de produção. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, atrás dos Estados Unidos e da China. Na safra de 2013, produziu 80,27 milhões de toneladas (IBGE, 2015), destinadas principalmente para consumo humano e alimentação animal (avicultura, suinocultura e bovinocultura de leite), tanto no país quanto para exportação (GARCIA et al., 2008; NUNES, 2011). Dependendo da região do Brasil, a produção de milho ocorre em uma ou duas épocas do ano ou safras agrícolas: a 1ª safra ou safra de verão, que se desenvolve principalmente entre os meses de outubro e março; e a 2ª safra, safra de outono ou “safrinha”, que se desenvolve

principalmente entre janeiro e maio (BRASIL, 2015). Condições climáticas e características do solo durante as épocas de plantio influenciam significativamente a produção de milho. A umidade do solo, a radiação solar e variações de temperatura e precipitação pluviométrica determinam o alcance de níveis ótimos para que a capacidade genética do milho plantado se expresse ao máximo (CRUZ et al., 2008). Quanto ao solo, além da disponibilidade de nutrientes, a disponibilidade de água para as plantas é essencial, principalmente em períodos do desenvolvimento em que a demanda hídrica é crítica: desde o pendoamento até o enchimento de grãos (BERGAMASCHI et al., 2004). Integrando características climáticas e edáficas que favorecem o desenvolvimento de determinadas culturas, o zoneamento agrícola de risco climático representa um programa governamental coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através do qual são indicadas as épocas de plantio com menores riscos de perda de safra nos municípios brasileiros edafoclimaticamente aptos para o plantio de determinadas culturas (BRASIL, 2015).

O cultivo de milho ocorre praticamente em todo o território nacional De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), os Estados com maior produção de milho em 2014 foram o Mato Grosso (22,61%), Paraná (19,73%), Goiás (11,33%) e Mato Grosso do Sul (10,28%) e Minas Gerais (8,83%).

A produção do cereal cresceu nas últimas décadas no país, principalmente provindo de plantios realizados na época de safrinha (LANDAU et al., 2012a). Apresenta uma tendência de contínuo crescimento, visando conseguir suprir a demanda de milho para atender a produção de ração animal, visto

que o segmento de produção de carne de frango vem sendo impulsionado no país pela exportação (GARCIA et al., 2008). O cereal também tem se tornado uma das fontes para produção de etanol (SOLOGUREN, 2008), o que tem aumentado ainda mais a demanda por ele.

Dada a contínua tendência de crescimento demográfico, além de mudanças econômicas e dos padrões de consumo nos mercados nacional e internacional, incluindo o crescimento de setores vinculados à produção de grãos, verifica-se uma demanda crescente pelo aumento de produção nacional e mundial de milho. Em nível nacional, planos e programas de governo como o “Plano ABC” e o “Plano Brasil Sem Miséria” também vêm estimulando o aumento da produção agrícola.

No Brasil, observa-se alta diversidade em termos de sistemas de produção considerados, ocorrendo desde propriedades com plantios de subsistência e que utilizam técnicas rudimentares, até propriedades altamente tecnificadas, que visam a exploração comercial da produção (MONTEIRO et al., 1996). Nos últimos anos, progressos tecnológicos têm possibilitado incrementos consideráveis de produtividade na agricultura, resultando em aumentos de produção sem aumentar no mesmo nível a pressão sobre áreas naturais. Apesar disso, Cruz et al. (2008) ressaltam que a produtividade média nacional de milho ainda é baixa. Em 2014, foi de aproximadamente 2.590 kg/ha na 1ª safra, e de 3.418 kg/ha na 2ª safra, indicando que os sistemas de produção de milho devem ser bastante aperfeiçoados para se chegar a uma produção e uma rentabilidade proporcionais ao que a cultura pode atingir. Além do incremento de produtividade, o aumento da área plantada

também tem propiciado um incremento da produção nacional de milho.

O plantio da segunda safra de milho no Brasil foi introduzido inicialmente por agricultores que objetivavam ter mais uma opção de cultivo após a safra de verão. Em alguns Estados, ela se tornou tão importante que substituiu quase completamente o cultivo do trigo. Dois fatores foram importantes para que isto acontecesse. O primeiro está relacionado às necessidades técnicas de rotação de cultura com soja, e de produção de cobertura morta para o solo no sistema de plantio direto, de forma que o milho safrinha, na maioria das vezes, passou a ser plantado em sucessão à soja, logo após a colheita desta. O segundo diz respeito à crescente pressão de demanda por milho, principalmente no período de “entressafra”, causando, conseqüentemente, elevação dos preços destes grãos no período (DUARTE, 2000)

Nos últimos anos, a produção de milho na época de safrinha vem se tornando cada vez mais relevante (LANDAU et al., 2011, 2012a, 2012b), tendo chegado a uma produção nacional de 49 milhões de toneladas em 2014, representando 61,03% da produção total de milho no mesmo ano. O aumento da área plantada com milho safrinha no Brasil tem sido impulsionado principalmente pela expansão do cultivo de soja. Principalmente na Região Centro-Oeste, o cultivo da soja teve uma expansão muito rápida nos últimos anos, em decorrência do aumento da importância da soja no mercado internacional (DUARTE et al., 2011). Isso aumentou a necessidade de escolha de uma cultura para sucessão economicamente viável, visando auxiliar no controle de pragas, doenças e plantas espontâneas da soja, e promovendo a melhoria de características físicas,

químicas e biológicas do solo. O milho tem representado essa cultura por excelência, levando os produtores a optarem pelo plantio de cultivares precoces de soja na 1ª safra agrícola (primavera/verão) e de milho na 2ª safra agrícola (verão/outono).

As possibilidades de aumento da área plantada com milho safrinha dependem inicialmente da existência de áreas aptas para o plantio da cultura na época indicada. Em 2012, 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 variações em termos de área plantada com a cultura por município e também foram publicadas novas versões do zoneamento agrícola. Este trabalho visa atualizar o levantamento de identificação de áreas agrícolas climaticamente aptas para a expansão do plantio de milho safrinha no país, considerando as áreas plantadas com a cultura em 2014 e as climaticamente aptas para o plantio da cultura, representando locais para onde poderão ser direcionados esforços nesse sentido.

Material e Métodos

Foram organizados dados municipais disponibilizados pelo Instituto de Geografia e Estatística sobre área plantada anualmente com soja de 2011 a 2014, e de área plantada, área colhida e quantidade produzida anualmente por safra de milho nos mesmos anos (IBGE, 2015), período posterior ao do levantamento publicado em Landau et al. (2012a). Considerando os dados sobre soja, foi calculada a área máxima destinada anualmente para plantios de soja por município entre 2011 e 2014. No caso dos dados sobre milho, dividindo a quantidade

produzida pela área colhida, foi calculado o rendimento médio anual da produção de milho por safra. No caso das Regiões Nordeste e Norte do Brasil, principalmente, os dados disponibilizados pelo IBGE como referentes à 2ª safra anual de milho correspondem, na verdade, à 1ª safra agrícola de milho desses municípios, a qual é plantada na mesma época do ano em que em grande parte do país ocorrem os plantios da 2ª safra agrícola, de forma que a 2ª safra anual de milho indicada pelo IBGE corresponde, na verdade, à 1ª safra agrícola desses municípios, não sendo alvo deste estudo. Apesar disso, não foram adotados inicialmente procedimentos para a identificação dos municípios nessa situação, por serem municípios que não apresentam zoneamento agrícola para a 2ª safra agrícola de milho.

Para a identificação dos municípios com aptidão climática para o plantio da 2ª safra agrícola de milho foram também organizadas e georreferenciadas as indicações publicadas nas portarias do zoneamento de risco climático para a safra de 2014/15, portarias mais atuais disponibilizados por município pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2015) para nove Estados/Unidades da Federação: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo. As informações foram georreferenciadas, utilizado sistema de informações geográficas (SIG), considerando a malha municipal digital do ano de 2005 (IBGE), no *Datum* WGS84 (*World Geodetic System*).

A identificação dos municípios com potencial climático para expansão da cultura de milho 2ª safra foi estimada a partir da sobreposição espacial entre os mapas das áreas máximas

plantadas com soja em 2011-2014, áreas plantadas com milho 2ª safra anual em 2014, e dos municípios com aptidão climática para o plantio de milho 2ª safra agrícola. Não havendo mapeamento nacional de solos em escala compatível com o tamanho das propriedades rurais, para estimativa do potencial climático de expansão dos plantios de milho 2ª safra foram representadas as indicações de zoneamento para o plantio de milho de ciclo precoce em solos argilosos, situação em que a janela de plantio é maior. Para cada município climaticamente apto para o plantio de milho 2ª safra, a área agrícola potencialmente disponível para o plantio do milho 2ª safra em rotação com soja foi estimada considerando a área máxima já plantada anualmente com soja de 2011 a 2014. A área de expansão potencial foi calculada a partir da diferença entre a área agrícola plantada com soja em anos anteriores e a plantada com milho 2ª safra em 2014, adotando procedimentos semelhantes aos de LANDAU et al. (2012b).

O aumento potencial da produção de milho na 2ª safra, plantada em sucessão com soja, foi estimado a partir da multiplicação entre o rendimento médio de milho 2ª safra obtido entre 2011 e 2014 e a área com potencial para aumento do plantio da cultura na 2ª safra. No caso de municípios com aptidão climática para o plantio de milho 2ª safra em que não foram registrados plantios da cultura em anos anteriores, foi considerado o valor médio dos rendimentos obtidos nos municípios vizinhos, na microrregião ou mesorregião. Para fins de representação cartográfica dos resultados obtidos, os dados de área plantada e quantidade produzida foram relativizados considerando a área total do respectivo município.

Resultados e Discussão

Nos últimos anos, a produção de milho na época de safrinha tem se concentrado principalmente nos Estados da Região Centro-Oeste e no noroeste do Estado do Paraná (LANDAU et al., 2012b). Em 2014, os Estados com maior área plantada e produção de milho na 2ª safra foram: Mato Grosso (3.282.677 ha, ~18 milhões de toneladas), Paraná (1.898.614 ha, ~10 milhões de toneladas), Mato Grosso do Sul (1.569.586 ha, ~8 milhões de toneladas) e Goiás (1.119.671 ha, ~6 milhões de toneladas). Os municípios que apresentaram maior área plantada com milho safrinha (a partir de 200.000 ha) foram: Sorriso/MT (371.800 ha), Rio Verde/GO (215.000 ha), Maracaju/MS (205.000 ha) e Jataí/GO (200.000 ha) (Figura 1). Em termos relativos, os municípios que destinaram maior área para o plantio de milho safrinha no mesmo ano (acima de 70%) foram: São Jorge do Ivaí/PR (85,4%), Ivatuba/PR (83,7%), Doutor Camargo/PR (77,0%), Floresta/PR (75,9%) e Ubiratã/PR (74,7%) (Figura 1). Em alguns municípios dos Estados da Bahia e do Piauí foram registradas duas safras anuais de milho e, mesmo assim, trata-se de Estados não incluídos no zoneamento da 2ª safra de milho. É provável que nestes casos as safras tenham sido plantadas sob irrigação (em pivôs centrais, por exemplo).

Quanto ao mapeamento das áreas agrícolas já plantadas com soja entre 2011 e 2014, nas Regiões Centro-Oeste, Sudeste e noroeste do Estado do Paraná verifica-se uma alta coincidência entre os municípios com plantios de soja e de milho safrinha (Figura 2), sendo o sistema de sucessão soja-milho predominante nessas áreas.

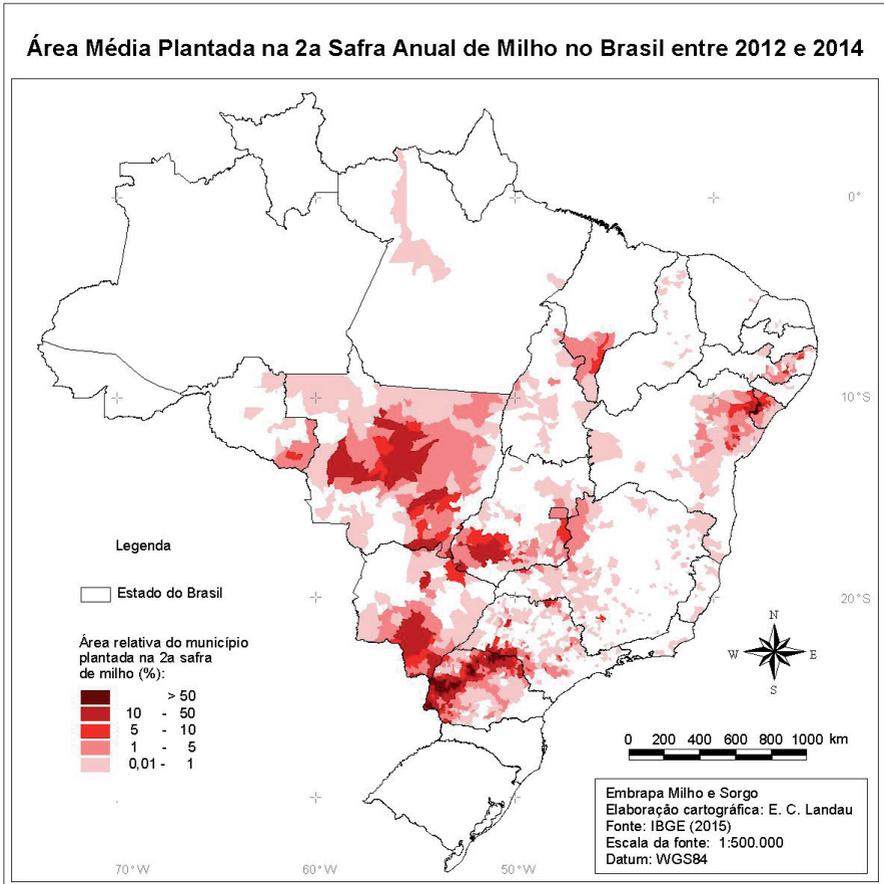


Figura 1. Área média plantada na 2ª safra **anual** de milho por município do Brasil de 2012 a 2014, conforme levantamento divulgado pelo IBGE (2015).

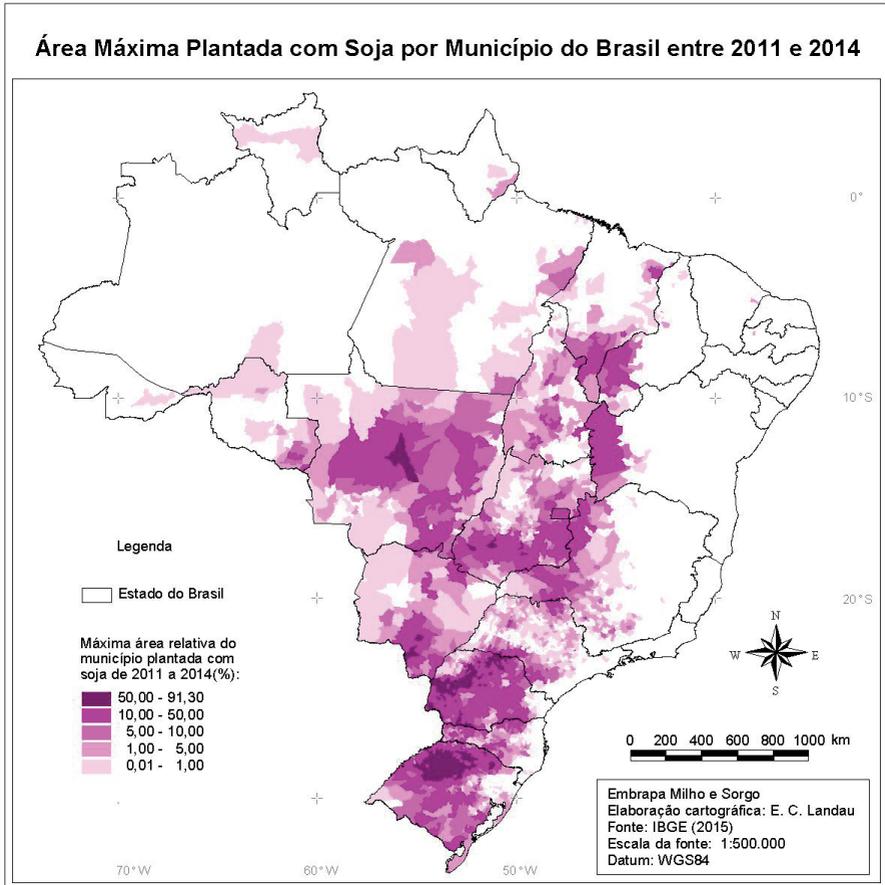


Figura 2. Maior área agrícola plantada com soja por município do Brasil de 2011 a 2014.

O Estado com maior potencial para expansão da cultura de milho safrinha no sistema de rotação soja-milho é o Mato Grosso, com aproximadamente 5,4 milhões de km² de área adicional com possibilidade de plantio da cultura (Figuras 3 e 4). A seguir, vêm os Estados do Paraná e Goiás, ambos em torno de 2,2 de milhões de km² de expansão potencial. Nos Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rondônia e no

Distrito Federal foi estimado um potencial de expansão da área plantada com milho, respectivamente, em torno de 90; 54,4; 43,3; 8,7 e 4 milhões de hectares. A maioria dos municípios com expansão potencial de plantio de milho safrinha trata-se de municípios em que já é plantada a cultura e municípios situados até 50 km de áreas em que foi plantado milho safrinha entre 2011 e 2014. No caso do Estado do Rio de Janeiro, embora haja municípios com aptidão climática para o plantio da 2ª safra de milho, como não há registros de plantios de soja (Figura 2), a área agrícola destinada para o plantio de milho safrinha no sistema de rotação soja-milho foi considerada nula. No Estado de Rondônia, embora todos os municípios apresentem aptidão climática para o plantio de 2ª safra de milho, verificou-se a ocorrência de plantios de soja concentrados apenas no sudeste do Estado, provavelmente porque a cobertura vegetal predominante no Estado é representada por Floresta Amazônica.

As épocas mais indicadas para plantio de milho safrinha estendem-se entre o primeiro decêndio (período de dez dias) do mês de janeiro e o segundo decêndio de fevereiro (Figura 5). Em março, apenas alguns municípios dos Estados do Paraná, Rondônia e Minas Gerais apresentam aptidão climática nos dois primeiros decêndios do mês. O plantio em si, no entanto, depende da colheita da soja plantada anteriormente. Assim, frequentemente predomina o plantio de cultivares precoces, possibilitando o plantio do milho no período indicado.

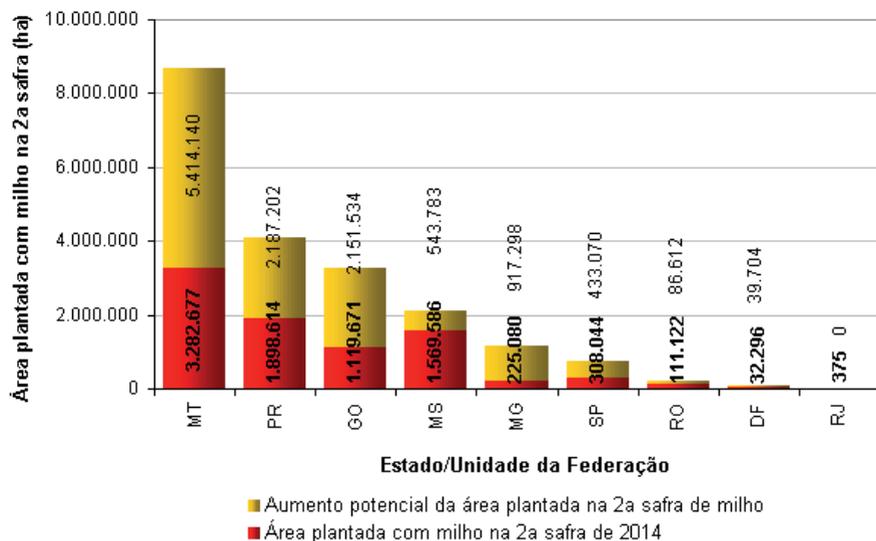


Figura 3. Expansão potencial do plantio de milho safrinha no sistema de rotação soja-milho nos Estados com zoneamento de risco climático para a safra 2014/15, comparada às áreas destinadas ao plantio da cultura em 2014.

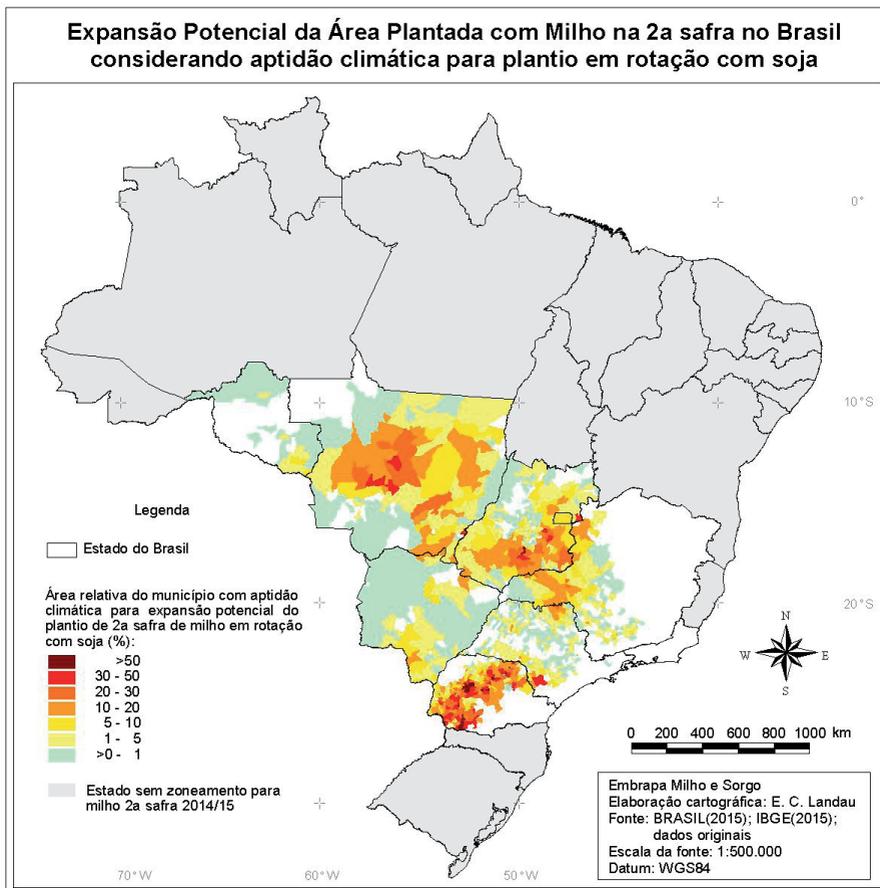


Figura 4. Expansão potencial do plantio de milho safrinha no Brasil considerando municípios com aptidão climática para o plantio de 2ª safra agrícola de milho no sistema de sucessão soja-milho. Foi analisada a expansão potencial relativa à área plantada na 2ª safra de milho por município em 2014.

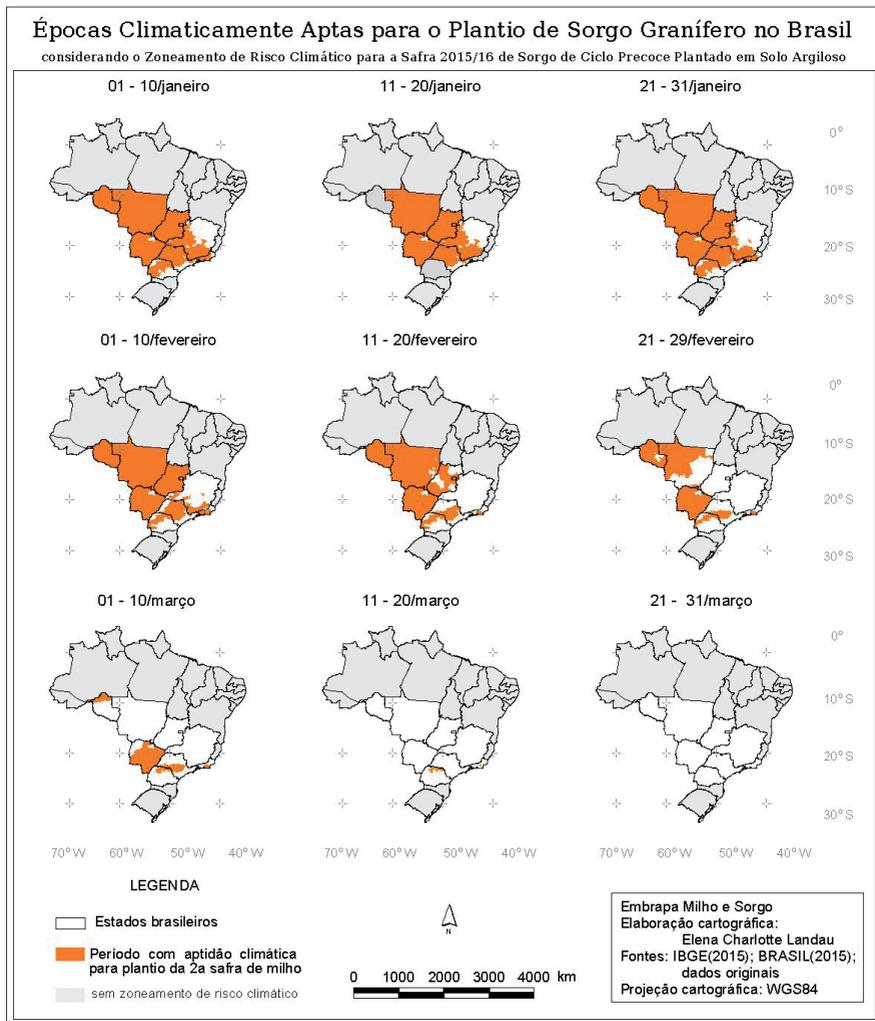


Figura 5. Épocas climaticamente aptas para o plantio de milho safrinha por município do Brasil considerando o zoneamento de risco climático para a cultura safra 2014/15.

Considerando o potencial de expansão da área agrícola plantada com milho na época de safrinha (Figura 6), o aumento da área plantada na 2ª safra de milho poderia implicar um incremento de 1,19 vezes a produção da cultura, passando dos 49 milhões de toneladas produzidos em 2014 para 107 milhões de toneladas, desconsiderando variações regionais de produtividade. Em termos absolutos, os Estados com maior potencial de aumento da produção seriam Mato Grosso, Goiás, Paraná e Minas Gerais, com um aumento potencial da produção de 27,7, 11,1; 9,7 e 4,6 milhões de toneladas, respectivamente. Já em termos relativos, os Estados com maior potencial de aumento em relação à produção de 2014 são Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e São Paulo, com potencial para aumento da produção em relação à de 2014 em 3,8; 1,6; 1,6 e 1,3 vezes, respectivamente. De forma geral, o aumento potencial da produção no sistema de sucessão soja-milho ocorreria com maior probabilidade em/ou próximo de municípios em que já foi plantado milho safrinha em anos anteriores.

Figura 6. Produção adicional possível de milho 2ª safra por Estado considerando a área climaticamente apta para expansão potencial do plantio da cultura no Brasil no sistema de rotação soja-milho. Foi estimado o aumento possível da produção em relação à situação de 2014.

Comparando os resultados obtidos neste trabalho com os relatados por Landau et al. (2012b), verificou-se uma diminuição da área de expansão potencial, provavelmente relacionada com o aumento da área plantada com milho safrinha nos últimos anos.

Conclusões

O plantio da 2ª safra agrícola de milho (milho safrinha) vem se estendendo anualmente, principalmente em Estados da Região Centro-Oeste e no oeste dos Estados do Paraná, Minas Gerais e São Paulo, impulsionado essencialmente pela expansão do cultivo de soja. Apesar disso, verifica-se ainda potencial climático para o plantio de áreas agrícolas adicionais nessas regiões no sistema de sucessão soja-milho safrinha. O Estado do Mato Grosso foi o que apresentou maior área com potencial para expansão dos plantios. O Estado de Goiás foi o que apresentou maior potencial para plantio de áreas adicionais em municípios sem registros anteriores de plantio da cultura. O plantio das áreas adicionais identificadas implicaria um incremento de 2,25 vezes a área plantada com milho safrinha em 2014 e, possivelmente, 2,19 vezes na produção de milho no Brasil, na época de safrinha, considerando patamares regionais atuais em termos de produtividade. A época com menor risco climático para plantio de milho safrinha estende-se entre o início de janeiro e o primeiro decêndio de fevereiro.

Apesar dos baixos riscos climáticos, possibilitando uma expansão potencial significativa da área plantada com milho safrinha no Brasil, o fato dessas áreas não estarem sendo plantadas atualmente pode estar relacionado com: o custo de oportunidade, estimulando o plantio de outras culturas ou realização de atividades mais rentáveis nessas regiões (plantio de algodão, feijão, sorgo, milheto, trigo, cevada, arroz, girassol, braquiária, café); a carência de tecnologia e assistência técnica para efetuar plantios de milho nessa época; a ocorrência de janela de plantio estreita (apenas um ou dois decêndios, que coincidem com a ocupação das áreas agrícolas com outras

culturas); restrições legais e ambientais relacionadas com a cobertura vegetal atual e características do solo nesses locais; a falta de infraestrutura suficiente e a inadequação da logística de transporte, armazenamento e comércio nessas regiões. A expansão futura da cultura provavelmente dependerá de incentivos econômicos e da solução de gargalos técnicos e logísticos nas áreas identificadas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Embrapa Milho e Sorgo e Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), pelo financiamento e apoio dados para a realização deste trabalho.

Referências

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 831-839, set. 2004.

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.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P. Manejo da cultura do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.;

MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 8, p. 171-197.

CRUZ, J. C.; PINTO, L. B. B.; PEREIRA FILHO, I. A.; GARCIA, J. C.; QUEIROZ, L. R. **Sistemas de produção de milho para alta produtividade**. Disponível em: <<http://ebookbrowse.com/sistemasde-producao-de-milho-para-alta-produtividade-pdf-d252715667>>. Acesso em: 03 ago. 2011.

DUARTE, J. de O. Mercado e comercialização. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.33> Expansão Potencial do Plantio de 2ª Safra de Milho no Brasil no Sistema de Rotação Soja-Milho Considerando o Zoneamento de Risco Climático embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/mercado.htm>. Acesso em: 10 ago. 2012.

DUARTE, J. de O.; GARCIA, J. C.; MIRANDA, R. A. de. Mercado e comercialização. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 7. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 1). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_7ed/mercado.htm>. Acesso em: 10 ago. 2012.

GARCIA, J. C.; MATTOSO, M. J.; DUARTE, J. de O.; CRUZ, J. C.; PADRÃO, G. de A. Aspectos econômicos da produção e utilização do milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHAES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. cap. 1, p. 21-46.

IBGE. **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/download>>. Acesso em: 09 mar. 2015.

LANDAU, E. C.; GUIMARÃES, L. S.; PENNA, L. B. **Variação da produção estadual de milho no Brasil entre 2000 e 2009**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 42 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920747/1/bol39.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2012.

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. M. da; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. P.; SOARES, G. P. **Perfil espaço-temporal da produção de milho no Brasil entre 1999 e 2010**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012a . 55 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 47).

LANDAU, E. C.; CRUZ, R. K. M. da; HIRSCH, A.; GUIMARAES, D. **Expansão potencial do plantio de milho safrinha no Brasil no sistema de rotação soja-milho considerando o zoneamento de risco climático**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012b. 38 p. il. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63). Disponível em: < <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/81274/1/bol-63.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

MONTEIRO, J. A.; CRUZ, J. C.; SANS, L. M. A.; BAHIA, F. G. T. C.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA FILHO, A. F. C. O zoneamento macroecológico. In: CRUZ, J. C.; MONTEIRO, J. de A.; SANTANA, D. P.; GARCIA, J. C.; BAHIA, F. G. F.T. de C.; SANS, L. M. A.; PEREIRA FILHO, I. A. P. (Ed.). **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI; Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1996. p. 11-31.

NUNES, J. L. da S. Milho: comercialização. **Agro-Link**, 02 ago. 2011. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/milho/comercializacao.aspx>>. Acesso em: 02 ago. 2011.

SOLOGUREN, L. **Produtividade do milho no Brasil**: o novo desafio para consolidar as exportações. São Paulo: Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2008. Disponível em: <<http://www.cib.org.br/pdf/sologuren.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2015.

