



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

ESPACIALIZAÇÃO DA SOJA NOS BIOMAS AMAZÔNIA, CERRADO, MATA ATLÂNTICA E PAMPA ENTRE OS ANOS DE 2007 E 2012

Raísa Borges **Ferraz**¹, Cristina Aparecida Gonçalves **Rodrigues**², Sergio Gomes **Tôsto**³,
André Luiz dos Santos **Furtado**⁴

Nº 14511

RESUMO - Uma das culturas agrícolas que está em maior ascensão no Brasil nas últimas três décadas é a soja, que ocupa 49% da área plantada de grãos no país. A soja é cultivada principalmente nas regiões Sul e Centro-Oeste. A pesquisa feita objetivou demonstrar a distribuição espacial da produção de soja no Brasil em quatro biomas, Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica e Pampa, nos anos de 2007 a 2012. A análise de cluster revelou as similaridades entre os biomas Amazônia e Cerrado quanto à produtividade média anual (kg/ha/ano). Os biomas Amazônia e Pampa apresentaram similaridades quanto à área plantada (ha). Mato Grosso, inserido nos biomas Amazônia e Cerrado, foi o estado que apresentou os maiores valores de produção média total e área média plantada.

Palavras-chaves: Produtividade, soja, análise de *cluster*.

1 Autora, Estagiária Embrapa: Graduação em Engenharia Ambiental e sanitária, PUCC, Campinas-SP; raísa.ferraz@colaborador.embrapa.br.

2 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; cristina.rodrigues@embrapa.br.

3 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

4 Colaborador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.



ABSTRACT - *One of the crops with highest production increase in Brazil over the three last decades is soybean, which occupies 49% of the grain cropland areas in the country. Soybean is grown mainly in the South and Central-West regions. The research made here aimed to show the spatial distribution of the soybean production in Brazil's four biomes, 'Amazônia', 'Cerrado', 'Mata Atlântica' and 'Pampa, from 2007 to 2012. The cluster analysis revealed the similarities between the Amazônia and Cerrado biomes in terms of average annual production (kg/ha/year). The Amazônia and Pampa biomes showed similarities in terms of planted area (ha). Mato Grosso, situated at the Amazônia and Cerrado biomes, was the state with highest values for average total production and average planted area.*

Key-words: Productivity, soybean, cluster analysis.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a plantação da soja (*Glycine max (L.) Merrill*) existe do Sul ao Norte do Brasil, principalmente nos biomas Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Amazônia, em decorrência do melhoramento genético da soja, que desenvolveu cultivares ou variedades adaptadas a diferentes condições de clima e solo características de cada região ou bioma, e da evolução das práticas agrícolas de cultivo (plantio direto) e de manejo.

A área agrícola total ocupada com soja cresceu 22,9% no período de 2003/2004 a 2012/2013, e a produtividade da soja, durante o mesmo período, teve aumento de 25,9%. Esses dados mostram que o aumento da produção tem sido sustentado mais pelo aumento da produtividade que pelo aumento da área plantada. A cultura do milho também obteve aumento de produtividade de 50,7%, valor maior que o aumento de 18,0% em área plantada, muito graças à tecnificação da soja, que impulsionou o milho. Por outro lado, as culturas de algodão e de feijão tiveram aumento de produtividade de 18,4% e 37,0%, respectivamente, e 22,9% e 41,9%, respectivamente, para área plantada (LAMAS, 2013). Com uma taxa anual de crescimento de 2,43%, estima-se que o Brasil ultrapassará os EUA como maior produtor de soja do mundo até 2019 (BRASIL, 2014a).



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

A soja é cultivada em todos os tipos de climas no mundo, desde o tropical ao temperado. Mas fatores como latitude e altitude, que interferem na temperatura média do ar, incidência de raios solares e duração do dia (a soja é uma planta de dia curto) são importantes no desenvolvimento de variedades e cultivares. As cultivares desenvolvidas estão adaptadas a diferentes regiões do Brasil, e as condições hídricas, térmicas e fotoperiódicas locais afetam o desenvolvimento e a produtividade da soja. Em razão disso, a faixa de adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se desloca em direção ao Norte ou ao Sul. No entanto, as cultivares que apresentam fase vegetativa mais longa têm adaptabilidade mais ampla, o que propicia a sua utilização em faixas mais abrangentes de latitudes (locais) e de épocas de semeadura (EMBRAPA SOJA, 2004).

O objetivo deste estudo foi espacializar a produtividade e a área plantada da cultura da soja por municípios, estados e biomas em anos seguidos de produção, e relacionar esses dados com a predominância climática das maiores produtividades da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu todos os municípios do Brasil inseridos nos biomas sob estudo (Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Amazônia) e que apresentaram plantio ininterrupto da cultura de soja entre os anos de 2007 e 2012 (4.101 municípios). Do total, foram considerados 439, 981, 67 e 82 municípios situados nos biomas Cerrado, Mata Atlântica, Amazônia e Pampa, respectivamente. Foi utilizado software para sistemas de informações geográficas (SIG) e foi especificado visualmente em qual bioma a maior porcentagem de área do município estaria inserida caso ele estivesse dividido em dois ou mais biomas. Para a construção das cartas de produtividade média de cada bioma foi utilizado o ArcGis 10.2. Os *shapefiles* dos biomas foram obtidos em Brasil (2014b).

Os dados agrícolas da cultura da soja no Brasil e os dados de clima para associação climática com produtividade foram obtidos do IBGE (2014). Por meio dos dados de produtividade (kg/ha /ano), da produção total (toneladas/ha) e da área plantada (ha) por município, por unidade federativa e por bioma, foi feita a análise estatística (ANOVA) entre os anos de produção de soja (2007 a 2012) e entre os municípios, para verificação de diferenças significativas. A variabilidade interanual da produção média de soja foi estatisticamente analisada pela ANOVA ($p < 0,01$), com post-hoc Holm-Sidak ($p < 0,01$) quando necessário. A similaridade entre os biomas foi avaliada pela análise de *cluster*, que teve por objetivo classificar os biomas segundo suas características de



produtividade e área plantada (vizinho mais próximo). Todas as análises estatísticas foram executadas com auxílio do software Origin 9.1 (OriginLab Co.).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da ANOVA revelou que não houve diferença significativa ($p < 0,01$) para a produção total de soja e para a área plantada entre os anos de 2007 e 2012. Contudo, foi observada diferença significativa nos valores de produtividade média anual (Holm-Sidak, $p < 0,01$).

As similaridades de produtividade e área plantada da cultura de soja entre os biomas estão representadas na Figura 1 (análise de *cluster*). Quanto à produtividade da soja plantada nos biomas, a Amazônia e o Cerrado apresentaram maior similaridade quanto aos seus valores médios, ou seja, os valores de produtividade média da cultura são mais próximos entre si que os valores de produtividade média dos biomas da Mata Atlântica e Pampa (Campos Sulinos). Quanto à área plantada com soja, os biomas Amazônia e Pampa são mais similares entre si (menores áreas plantadas) e contrastam com os biomas Cerrado e Mata Atlântica, que são mais similares e têm maiores áreas plantadas totais (Tabela 1). Assim, considerando a produtividade, a Amazônia e o Cerrado formaram um único subgrupo, destacado dos biomas Mata Atlântica e Pampa, os quais apresentaram alta dissimilaridade. Por sua vez, a análise dos valores de área plantada permite observar um subgrupo com alta similaridade entre os biomas Amazônia e Pampa e outro subgrupo que inclui os biomas Cerrado e Mata Atlântica.

A produtividade média da cultura da soja foi maior nos biomas Amazônia e Cerrado (Tabela 1 e Figura 2). A Tabela 1 denota a dimensão da produção de soja na Amazônia. No entanto, mesmo tendo poucos municípios produtores de soja em comparação ao Cerrado e demais biomas, a Amazônia apresentou produtividade média muito elevada. Isso decorre, principalmente, do fato de as lavouras de soja encontrarem-se em áreas de Cerrado da Amazônia Legal, aí incluídos Mato Grosso, Tocantins e sul do Maranhão, locais com domínio de clima com período seco definido e topografia plana, que admite mecanização, ao mesmo tempo em que os solos apresentam características que respondem à moderna tecnologia empregada (IBGE, 2014).

O bioma Cerrado tornou-se o maior produtor do país, tomando os territórios de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Triângulo Mineiro, Goiás, Tocantins, sul do Maranhão, sul de Piauí e oeste da Bahia. Essa grande produção é resultado dos estudos de fertilização dos solos, da topografia plana favorável à mecanização e do desenvolvimento das plantas (EMBRAPA SOJA, 2004). O Mato Grosso passou a ser líder na produção de soja, com média de crescimento de 8% ao ano, saltando de 8,8 milhões de toneladas no início da década de 2000 para 18,2 milhões de toneladas em 2010



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

(ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE MATO GROSSO, 2014). Mas, para alcançar essa posição, ocorreram grandes desmatamentos no estado em favor da instalação da pecuária e de culturas agrícolas. No período de 2007 a 2012, foram desflorestados 4,95 milhões de hectares no bioma Amazônia. Desses, 3,79 milhões de hectares, em torno de 76,6% da área, estão localizados nos estados de MT, PA e RO (MORATÓRIA..., 2006). Até meados de 2007, aproximadamente 175 mil km² de Floresta Amazônica e 150 mil km² de Cerrado foram desmatados em Mato Grosso, o que representa aproximadamente 35% e 42% das áreas originais, respectivamente (IMPrensa Oficial de Mato Grosso, 2014).

Para atender a demanda interna e externa por soja, conta-se com a expansão de áreas cultivadas, com a intensificação do cultivo e com o aumento da produtividade. Mas somente o aumento da produtividade deve ser responsável por 80% da elevação da produção de soja nos próximos anos, o que significa o aprimoramento da tecnologia de produção (BRASIL, 2014).

Tabela 1. Produtividade média da cultura soja, área média plantada e produção média total dos biomas brasileiros entre os anos de 2007 e 2012.

Biomassas	Amazônia	Cerrado	Mata Atlântica	Pampa
Produtividade (kg/ha/ano)	3.016,4	2.822,5	2.568,3	2.041,3
Área plantada (mil ha)	2.087,6	10.186,2	8.654,1	1.370,4
Produção (mil ton/ha)	6.577,1	30.426,8	9.120,1	2.753,6

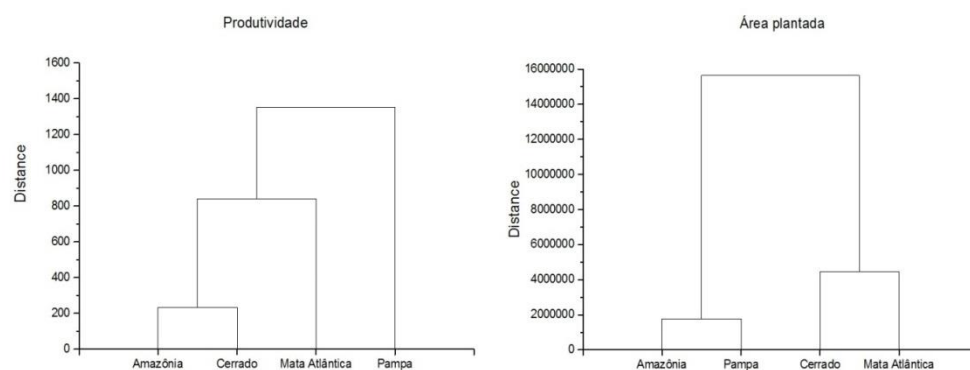


Figura 1. Dendrograma da análise de agrupamento considerando (a) valores de produtividade média anual e (b) área plantada entre os anos de 2007-2008.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

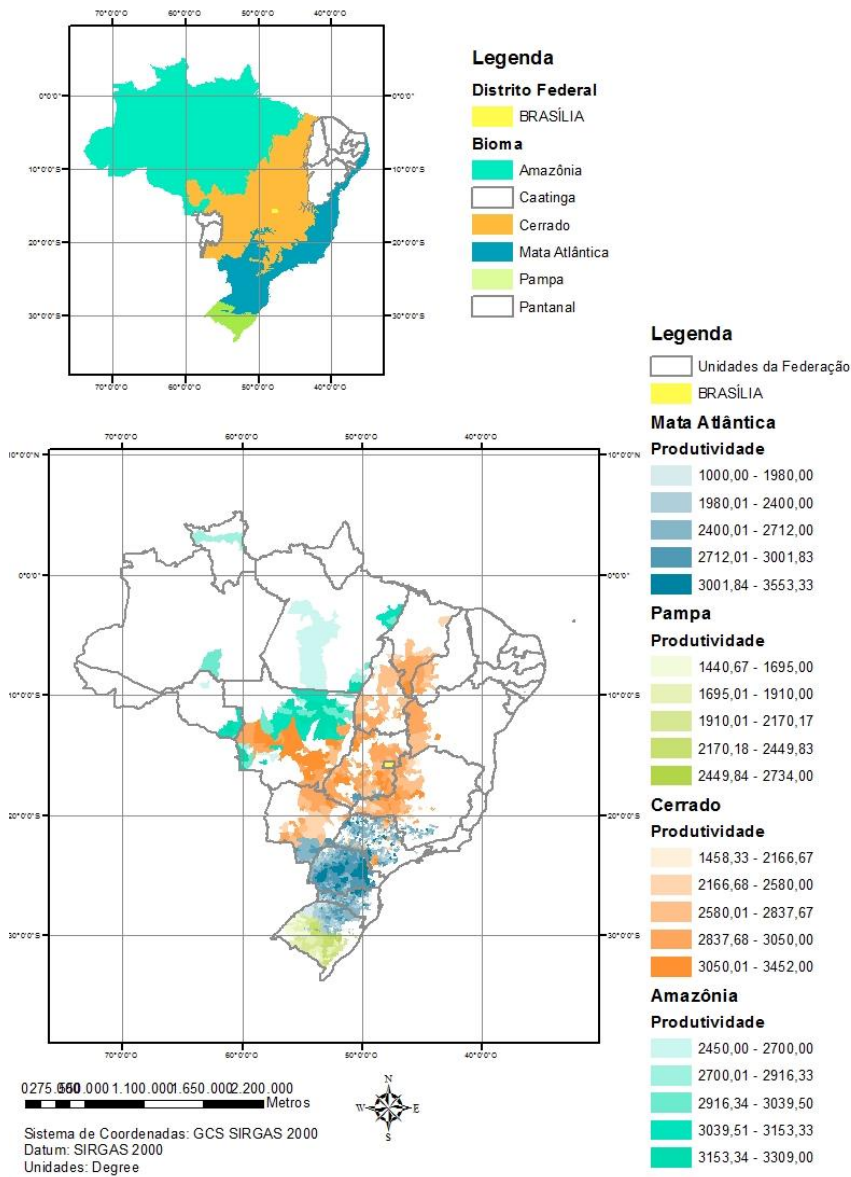


Figura 2. Representação cartográfica da produtividade média dos municípios por biomas de 2007 a 2012.

As condições térmicas às quais a cultura da soja adapta-se estão entre 20 °C e 30 °C, e a temperatura ideal para o seu desenvolvimento e crescimento é de 30 °C. O crescimento vegetativo é nulo ou negativo a temperaturas iguais ou abaixo de 10 °C e apresenta efeitos adversos na sua taxa de crescimento com temperaturas acima de 40 °C. A floração é induzida quando as temperaturas estão acima de 13 °C e a sua maturação pode ser acelerada a altas temperaturas (EMBRAPA SOJA, 2004).



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

A Tabela 2 mostra a porcentagem de municípios, por biomas, que apresentaram maiores valores de produtividade média anual de soja em razão dos tipos de climas predominantes no bioma. A Amazônia teve como principais climas o Equatorial quente e o clima Tropical Brasil Central quente, o primeiro com maior porcentagem de produtividade. Já o Cerrado apresentou os climas Tropical Brasil Central quente e Tropical Brasil Central subquente, com o primeiro clima representando a maior porcentagem de municípios com alta produtividade nesse clima.

Tabela 2. Porcentagem de municípios, por biomas, que apresentaram maiores valores de produtividade média anual de soja em função dos tipos de clima.

Climatologia	% Produtividade			
	Mata Atlântica	Pampa	Amazônia	Cerrado
Equatorial, quente - média > 18° C em todos os meses, úmido 3 meses secos			60,0	
Temperado, mesotérmico brando - média entre 10 e 15°C, super-úmido sem seca	36,4	100,0		
Temperado, subquente - média entre 15 e 18 ° C em pelo menos 1 mês, super-úmido sem seca	15,5			
Tropical Brasil Central, quente - média > 18° C em todos os meses, semi-úmido 4 a 5 meses secos			30,0	44,7
Tropical Brasil Central, subquente - média entre 15 e 18 ° C em pelo menos 1 mês, semi-úmido 4 a 5 meses secos				28,8

4 CONCLUSÃO

Os biomas Amazônia e Cerrado apresentaram os maiores valores médios de produtividade de soja no período de 2007 a 2012. Os maiores valores de produtividade média anual predominantes em 90% dos municípios do Bioma Amazônia e em 44,7% dos municípios do Bioma Cerrado ocorreram em áreas com presença de climas com temperatura média anual acima de 18 °C em todos os meses do ano. Quanto à área plantada de soja nos biomas, o Cerrado e a Mata Atlântica apresentaram os maiores valores médios e também maiores valores médios de produção total de soja. O MT, que apresenta área plantada com soja tanto no Bioma Amazônia quanto no Bioma Cerrado, foi o estado que apresentou os maiores valores médios de área plantada e de produção total no período de 2007 a 2012 no Brasil.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DE MATO GROSSO. **Estatísticas da Soja**. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/estatisticas_da_soja/>. Acesso em: 21 maio 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja/>>. Acesso em: 13 maio 2014a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Download de dados geográficos**. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2014b.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil**. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm>>. Acesso em: 12 jan. 2014.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

IBGE. **Mapa da Amazônia Legal – fronteira agrícola.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc3.shtm>. Acesso em: 25 maio 2014.

IMPrensa Oficial de Mato Grosso. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e queimadas do Estado do Mato Grosso - PPCDQ/MT.** Disponível em: <http://www.iomat.mt.gov.br/ler_pdf.php?edi_id=2713&page=0>. Acesso em: 25 maio 2014.

LAMAS, F. M. **Agricultura brasileira, o momento pede reflexão.** 2013. Disponível em: <<http://www.cisoja.com.br/index.php?p=artigo&idA=292>>. Acesso em: 18 jun. 2014.

MORATÓRIA da Soja: mapeamento e monitoramento do plantio de soja no Bioma Amazônia - 6ª ano. São Paulo: INPE; ABIOVE; ANEC, 2013. 28 p.