

ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE DE CULTIVARES COMERCIAIS DE SOJA NO CERRADO AMAPAENSE

GILBERTO KEN ITI YOKOMIZO¹, SEBASTIÃO PEDRO DA SILVA NETO², CARLOS ALBERTO ARRABAL ARIAS³

RESUMO: A soja é uma cultura agrícola extremamente importante para o Brasil, ocupando novas fronteiras agrícolas no Norte do País, incluindo o Amapá, cuja implantação e expansão tem surgido em suas áreas de cerrado. Desta forma é fundamental que a pesquisa conheça o comportamento de estabilidade e adaptabilidade no Estado, por este motivo a Embrapa Amapá avaliou cultivares comerciais de soja em seu Campo Experimental do Cerrado, para a produtividade grãos (PG, em kg.ha⁻¹) pelas metodologias de Annicchiarico e pelo Centróide. Os experimentos foram instalados em blocos casualizados, representados por quatro linhas de 5 metros e quatro repetições. Com os resultados obtidos pode-se concluir que a interação significativa de cultivares x anos de semeadura sugere o comportamento diferenciado dos genótipos; houveram cultivares de adaptabilidade específica para ambientes favoráveis ou desfavoráveis ou na média geral, onde apenas a cultivar BRS Sambaíba foi superior em todas as condições, com adaptação mais eficiente e a BRS Seridó foi pouco adaptada, nas duas metodologias; as metodologias de Annicchiarico e Centróide foram similares apenas nas condições de adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis e favoráveis e não na adaptabilidade geral.

PALAVRAS-CHAVE: *GLYCINE MAX*, PRODUTIVIDADE, PRODUÇÃO AGRÍCOLA, MELHORAMENTO GENÉTICO.

STABILITY AND ADAPTABILITY OF COMMERCIAL SOYBEAN CULTIVARS IN THE AMAPA'S SAVANNAH

ABSTRACT: Soybean is a crop that is extremely important for the Brazil, occupying new agricultural frontiers in the north of the country, including the Amapá state, whose deployment and expansion has arisen in their areas of savannah vegetation. In this way, it is essential that the research has knowledge the behavior of the stability and adaptability in the state, for this reason, the Embrapa Amapá evaluated commercial cultivars of soybean in its Experimental Field of Savannah, for yield grains (PG, in kg.ha⁻¹) by methods of Annicchiarico and Centroid. The experiments were conducted in randomized blocks, represented by four rows of 5 meters and four replications. With the results, it can be concluded that the significant interaction of cultivars x years of sowing suggests the different behavior of the genotypes; there cultivars of

¹ Doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, Embrapa Amapá, Rodovia Juscelino Kubitschek, km 05, número 2600, CEP 68903-419, Macapá, AP, Brasil. Email: gilberto.yokomizo@embrapa.br.

² PhD em Biotecnologia Agrícola, Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, Km 18 Caixa Postal: 08223 CEP 73310-970, Planaltina, DF, Brasil. Email: sebastiao.pedro@embrapa.br.

³ Doutor em Genética e Melhoramento Vegetal, Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta Caixa Postal: 231, CEP 86001-970, Londrina, PR, Brasil. Email: carlos.arias@embrapa.br.

specific adaptability to environments favorable or unfavorable or in general average, where only the BRS Sambaíba was superior in all conditions, with adaptation more efficient and the BRS Seridó was poorly adapted, in the two methodologies; the methodologies of Annicchiarico and Centroid were similar only in terms of adaptability conditions to unfavorable and favorable environments and not in general adaptability.

KEYWORDS: *GLYCINE MAX*, YIELD, AGRICULTURAL PRODUCTION, GENETIC BREEDING.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a espécie oleaginosa com maior área de cultivo mundial. No Brasil, representa a cultura agrícola anual mais importante, sendo projetado por CONAB (2017) para a safra 2016/2017 uma produtividade de 2870 kg ha⁻¹ em 2016 para 3362 kg ha⁻¹ em 2017, com percentual de aumento de 17,1%, numa área semeada de 33,25 milhões de hectares em 2016 e 33,89 milhões de hectares em 2017 com esta espécie, representando um crescimento de apenas 1,9%. A produção estimada em 2017 é de 113.930,2 mil t, em comparação a 95.434,6 mil t que foi colhido na safra 2015/2016, num aumento de 19,4%.

Diferentes níveis de temperatura, fotoperíodo, pluviosidade, características de solo, além da presença de doenças e insetos são observadas nas condições brasileiras, devido suas dimensões continentais, segundo Branquinho et al. (2014), onde os dois primeiros fatores citados exercem influência sobre a estatura de planta, o ciclo e o potencial de produtividade da cultura (Jiang et al., 2011). Suas inúmeras combinações com os genótipos das cultivares refletem em expressão diferenciada entre as cultivares, gerando o que é denominado de interação genótipos com ambientes, representado por GxA e, que resulta em dificuldades para a identificação de materiais superiores e estáveis em toda a região de cultivo (CRUZ et al., 2012). Segundo Vasconcelos et al. (2015), quanto a condição da capacidade adaptativa, é importante ressaltar que a soja é cultivada em várias regiões do mundo, numa grande diversidade de ambientes, que afetam expressivamente a produtividade de grãos dos diferentes materiais genéticos existentes, devido a presença da interação genótipos por ambientes (GxA). Essa interação assume papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo ser estimada e considerada na indicação de cultivares no programa de melhoramento genético (MEOTTI et al., 2012; COLOMBARI FILHO et al., 2013), que é um processo contínuo de desenvolvimento de novas cultivares, assentados em objetivos gerais e específicos que visam à solução das limitações reais ou potenciais das cultivares frente aos fatores bióticos e abióticos. Com isso uma cultivar deve ter alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes existentes na região onde é recomendada (BARROS et al., 2010; ALMEIDA et al., 2017).

Por este motivo métodos de estimação de estabilidade adaptabilidade, que é a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente e, da estabilidade que é a capacidade de mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente, tornam-se extremamente importantes e necessários (CRUZ et al., 2012), proporcionando informações sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. A escolha do método estatístico de análise de adaptabilidade e estabilidade depende dos dados experimentais, número de ambientes, precisão exigida e tipo de

informação desejada (CRUZ et al., 2012). Existindo várias metodologias de análise de estabilidade para uso de análise do desempenho de genótipos em interação com fatores ambientais, diferindo quanto aos conceitos associados aos parâmetros estimados, procedimentos biométricos adotados, exigências para utilização e quanto ao número de parâmetros a serem interpretados.

Na condição da capacidade adaptativa, é importante ressaltar, que a soja é cultivada em várias regiões do mundo, numa grande diversidade de ambientes, que afetam expressivamente a produtividade de grãos dos diferentes materiais genéticos existentes, devido a presença da interação genótipos por ambientes (GxA) segundo Vasconcelos et al. (2015) e essa interação assume papel fundamental na manifestação fenotípica, devendo ser estimada e considerada na indicação de cultivares no programa de melhoramento genético (MEOTTI et al., 2012; COLOMBARI FILHO et al., 2013), que é um processo contínuo de desenvolvimento de novas cultivares, assentados em objetivos gerais e específicos que visam à solução das limitações reais ou potenciais das cultivares frente aos fatores bióticos e abióticos. Com isso uma cultivar deve ter alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes existentes na região onde é recomendada (BARROS et al., 2010; ALMEIDA et al., 2017).

Com base nestas informações o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho, a estabilidade e adaptabilidade em cultivares de soja, submetidos a diferentes anos de cultivo, nas condições do cerrado amapaense utilizando-se as metodologias de Annicchiarico e do Centróide.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante seis anos agrícolas (2008 a 2013), no Campo Experimental do Cerrado (CEC), pertencente à Embrapa Amapá, no km 43 da BR 156, estando localizado entre as coordenadas geográficas N 00° 22'55" e W 51° 04'10", no Município de Macapá, seu solo é classificado como latossolo amarelo distrófico com textura média, com baixa fertilidade natural, baixos teores de matéria orgânica e média acidez.

Conforme a classificação de KOPPEN, o clima da área experimental é do tipo Tropical Úmido (Aw: clima tropical com estação seca de Inverno). A média de 2008 a 2013, conforme dados obtidos de INMET (2018) da precipitação total foi de 2473,42 mm, com uma média de 362,68 mm no trimestre mais chuvoso que foi nos meses de fevereiro a abril e o menos chuvoso com 33,38 mm entre os meses de setembro a novembro. A umidade relativa anual geral foi de 79,75% e no trimestre mais chuvoso a média foi de 85,85% e no mais seco de 70,80%. A temperatura média anual do período foi de 27,55°C, sendo a temperatura média máxima de 32,28°C e a temperatura média mínima de 24,11 °C. Enquanto que no período chuvoso a temperatura média máxima foi de 30,85°C e a mínima foi de 23,82°C, com a média de 26,60°C. No período seco foi para a temperatura média máxima de 33,84°C e a mínima foi de 24,51°C, com a média de 28,85°C.

Os tratamentos genéticos envolveram sete cultivares sendo: BRS Candeia, BRS Carnáuba, BRS Sambaíba, BRS Seridó, BRS Tracajá, BRS 278 e BRS 279.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro fileiras de 5 metros de comprimento e espaçadas de

0,5 metros (10 m²), sendo que a área útil (4 m²) para a obtenção de dados compreendeu as duas fileiras centrais da parcela, sendo eliminados 0,5 metros de cada extremidade.

A característica sob investigação foi a produtividade de grãos (PG), obtida pela massa de grãos maduros colhidos na área útil de cada parcela e convertida em kg.ha⁻¹. O tratamento estatístico dos dados, incluindo-se análises de variâncias individuais e conjunta, bem como a análise de estabilidade e adaptabilidade pela metodologia de Annicchiarico e do Centróide foi realizada usando o programa computacional GENES (CRUZ, 2013).

O método proposto por Annicchiarico (1992) baseia-se na análise de variância, identificando quais os materiais que ocupam as primeiras posições em um maior número de ambientes. Nesta metodologia, primeiramente são calculadas as médias dos ambientes (\bar{y}_j) e posteriormente são obtidas as porcentagens dos materiais genéticos em relação às médias ambientais. Também são calculadas as médias de cada material genético (\bar{y}_i) em porcentagem e o desvio padrão destas médias. Com isso pode-se estimar o parâmetro de estabilidade (I_i), também denominado de índice de confiança pela equação: $I_i = \bar{Y}_i \cdot Z_{(1-\frac{\alpha}{2})} S_i$; sendo I_i o índice de confiança; \bar{Y}_i a média geral do material genético i em porcentagem; $Z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$ o percentual (1- $\frac{\alpha}{2}$) da função de distribuição normal acumulada; S_i o desvio-padrão dos valores; α o nível de significância pré-determinado para a análise.

Também foi efetuada a análise de estabilidade pelo método Centróide que consiste em um procedimento de cálculo de distância entre os genótipos avaliados e os ideótipos estipulados. Tais ideótipos são estabelecidos com base nos dados a serem analisados em cada ambiente. Este método é não paramétrico e tem como objetivo facilitar a recomendação de genótipos permitindo o direcionamento destes em relação à variação ambiental, dispensando a análise de vários parâmetros como ocorre nos métodos baseados em regressão, além de não possibilitar a duplicidade de interpretação. Consiste ainda da comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro genótipos-referência, designados como ideótipos, estabelecidos com base nos dados experimentais, com intuito de representarem os genótipos de máxima adaptabilidade geral e específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis, e também os de mínima adaptabilidade.

Para utilização do método centróide os ambientes devem ser classificados em favoráveis e desfavoráveis, utilizando o índice ambiental proposto por Finlay e Wilkinson

(1963), conforme a equação: $I_j = \frac{1}{g} \sum_{i=1}^g Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$; sendo que: Y_{ij} é a média do genótipo i no

ambiente k ; $Y_{..}$ é o total das observações; a : é o número de ambientes; e g : é o número de genótipos. Após a classificação dos ambientes, são criados pontos referenciais, os ideótipos de resposta diferenciada a ambientes favoráveis e desfavoráveis, visando a classificação dos outros pontos do gráfico considerando os valores de distância cartesiana entre os pontos a cada um dos quatro ideótipos. Uma medida de probabilidade espacial pode ser calculada

utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos: $P_{d(i,j)} = \frac{[1/d_i]}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}}$

em que: $P_{d(i,j)}$ é a probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao k -ésimo centróide; e d_i é a distância d do i -ésimo genótipo ao k -ésimo centróide no plano gerado a

partir da análise de componentes principais. O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados em todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No resumo da análise de variância (Tabela 1) pode-se observar que não houve diferença significativa entre as cultivares para as condições experimentais, indicando que a base genética entre os materiais é estreita, conforme constatado por Wysmierski e Vello (2013) que citam que apesar do grande número de cultivares de soja existente no Brasil, há existência de pouca variabilidade genética entre elas em razão, principalmente, de serem originárias de poucos ancestrais. Verifica-se também que os efeitos de anos e da interação GxE estiveram presentes, demonstrando que os componentes genéticos responderam de forma diferenciada fenotipicamente aos estímulos ambientais, justificando a possibilidade de se realizar as análises visando desta forma identificar os que se comportaram com maior estabilidade e adaptabilidade.

O CV% experimental para a característica produtividade de grãos foi abaixo de 30%, cujos valores próximos a este têm sido comumente observados para a soja (Tabela 2), indicando precisão experimental adequada em relação as causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais, em conformidade com o citado por Storck et al. (2010) que encontraram um valor máximo de 33,9%. Ressaltando que a produtividade de grãos é uma característica quantitativa muito influenciada pelo ambiente, desta forma coeficientes de variação altos são aceitáveis, estando em similaridade com os obtidos por Costa et al. (2008) e Barros et al. (2012). A média geral entre os materiais avaliados foi de 3481,44 kg.ha⁻¹, aspecto indubitavelmente importante, pois foi um valor acima da estimativa de 2017 para a média nacional de 3362,00 kg.ha⁻¹ da CONAB (2017), comprovando, desta forma, que o Amapá tem grande potencial produtivo desta oleaginosa.

FV	GL	QM
Blocos	3	1534682,25
Cultivares (C)	6	3198811,38 ^{ns}
Anos (A)	5	19889698,47**
C x A	23	1887777,63**
Resíduo	78	
Total	167	
Média	3481,44	
CV%	22,71	

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e a 1%, respectivamente

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) entre cultivares comerciais de soja avaliadas nas safras de 2008 a 2013. Macapá, AP.

Fonte: os autores

Os parâmetros genotípicos e fenotípicos apresentados na Tabela 2 indicaram a presença de maior variância com contribuição de origem residual (fatores não controláveis) proporcionalmente em relação à genotípica, sendo aproximadamente 11 vezes superior e da interação 5 vezes, demonstrando que a maioria das manifestações fenotípicas se deveram aos efeitos ambientais e da interação, o que leva a considerar que os aspectos do ambiente influenciam fortemente o fenótipo para PG.

O coeficiente de determinação, com base nas classes apresentadas por Resende (2009), para a característica avaliada pode ser classificado como médio ou moderado, confirmando que houve significativa contribuição de origem ambiental para sua manifestação, indicativo que haverá dificuldades desta característica ser transmitida e expressada fenotipicamente em gerações posteriores caso ocorram condições ambientais contrastantes com os que existiram aqui. A relação CVg/CVe demonstra a facilidade de seleção de materiais superiores, quando o valor obtido for superior a 1,0, com indicativos da possibilidade de seleção entre e dentro dos genótipos, com o valor obtido de 0,30 há a necessidade de análises mais apuradas para o processo de seleção nesta característica, pois foi um valor muito aquém da unidade (Tabela 2). Resultado inferior ao obtido por Leite et al. (2015) e próximo ao de Leite et al. (2016), onde as variações são explicadas devido as diferentes interações dos genótipos com os fatores ambientais, tipicamente apresentadas por características quantitativas.

Parâmetros ¹	PG
$\frac{E\sigma}{\sigma E}g$	54.626,41
$\frac{E\sigma}{\sigma E}g \times e$	270.547,99
$\frac{E\sigma}{\sigma E}r$	625.220,33
H ² %	40,99
CVg (%)	6,13
CVg/CVe	0,30

¹ σ^2_g : variância genética; $\sigma^2_{g \times e}$: variância da interação GxE; σ^2_r : variância do erro; H²%; coeficiente de determinação genotípica em %; CVg(%): coeficiente de variação genética em %; CVg/CVe: relação entre coeficiente de variação genética e coeficiente de variação experimental.

Tabela 2 - Parâmetros fenotípicos e genotípicos da característica produtividade de grãos (PG) entre cultivares comerciais de soja avaliadas entre as safras de 2008 a 2013. Macapá, AP.

Fonte: os autores

O resultado de interação significativa de cultivares x anos de semeadura obtidos sugere o comportamento diferenciado dos genótipos nos diferentes anos de avaliações, ou seja, o comportamento não foi constante, apesar da soja ser uma espécie autógama e o material avaliado ser oriundo de cultivares já homogêneas, garantindo que após os sucessivos anos, sempre houvesse o mesmo material genético em teste. Esta interação é existente para a produtividade de grãos em soja (Barros et al., 2010; Branquinho et al., 2014). Possibilitando, portanto a realização da análise de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de grãos das cultivares pelo teste de Annicchiarico (Tabela 3) e pelo teste do Centróide (Tabela 4).

O conhecimento da adaptação e da estabilidade dos genótipos em relação aos diferentes anos, é importante, para identificação daqueles de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações de ambientes em questão, com maior critério científico (Marques et al., 2011).

Dentre as cultivares avaliadas pelo método de Annicchiarico (1992), a BRS Carnaúba e BRS Sambaíba apresentaram índice de recomendação acima de 100 para ambientes favoráveis, estando, portanto, adaptadas a estas condições ambientais, demonstrando que quando são fornecidas condições adequadas para o desenvolvimento das plantas, estas cultivares são as mais responsivas às melhorias impostas. Vale ainda ressaltar que BRS Carnaúba teve, relativamente às demais, a primeira colocação quanto à produtividade. As cultivares BRS Sambaíba, BRS 278 e BRS 279 apresentaram índice de recomendação para ambientes desfavoráveis acima de 100 (Tabela 3), sendo adaptadas a estas condições, indicando que quando em ambientes que apresentem fatores ambientais que não são as mais adequadas, dentre este conjunto de cultivares, as três citadas não devem ser as utilizadas, pois tendem a diminuir suas produções. Já em todos os ambientes, tanto favoráveis como desfavoráveis, as cultivares que apresentaram o melhor desempenho foram BRS Carnaúba, BRS Sambaíba e BRS 278, ou seja, na média, são as três opções a serem adotadas. Um aspecto interessante é que a cultivar BRS Sambaíba foi superior em todas as condições, indicando que é um material genético que consegue utilizar de forma eficiente os fatores ambientais favoráveis que lhe são concedidas e com adaptação mais eficiente à região.

Esse mesmo comportamento foi observado por Vasconcelos et al. (2010) e Carvalho et al. (2013) cuja presença de materiais com índices acima de 100 em todas as condições (geral, desfavorável e favorável) foi observado, nestes três diferentes tipos de ambientes. Em relação às outras cultivares, também houveram aquelas que mostraram adaptabilidade apenas para ambientes favoráveis ou desfavoráveis, semelhante ao citado por Vasconcelos et al. (2010). Para Carvalho et al. (2013) e Vasconcelos et al. (2015) no geral o material genético que foi bem no favorável não teve o mesmo desempenho na condição desfavorável, sendo o mesmo comportamento aqui observado. Já uma situação que aqui não se repetiu foi o resultado contrastante em que nenhum material foi maior que 100 em qualquer das condições, obtido por Polizel et al. (2013), demonstrando que para grupos de cultivares e para cada ambiente as avaliações devem ser realizadas, pois o comportamento daqueles que não são estáveis tendem a se alterar.

Genótipos	Todos os Ambientes		Ambientes Favoráveis		Ambientes Desfavoráveis	
	Geral	Wi	Média	Wi	Média	Wi
Candeia	3254,24	90,22	4533,25	99,68	2614,74	86,82
Carnaúba	3669,81	101,67	5022,00	109,98	2993,71	98,17
Sambaíba	4052,15	111,55	5002,00	103,87	3577,23	114,87
Seridó	3050,91	79,95	4194,75	89,21	2479,00	75,067
Tracajá	3107,10	82,93	4474,00	97,73	2423,64	76,65
BRS 278	3727,80	104,56	4247,50	92,54	3467,95	112,28
BRS 279	3508,06	97,13	4146,535	88,76	3188,83	102,02

Em negrito os índices superiores

Tabela 3 - Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para a produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de cultivares de soja entre os anos de 2008 a 2013, pelo método de Annicchiarico. Macapá, AP.

Fonte: os autores

O conceito de adaptabilidade e de estabilidade na metodologia do centróide difere daqueles das demais metodologias existentes na literatura. Os genótipos de máxima e média adaptação específica não são aqueles que apresentam bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim os genótipos que apresentam valores máximos ou médios para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para outro conjunto (CAVALCANTE et al., 2014).

Pelo método do Centróide as cultivares BRS Candeia, BRS Tracajá e BRS 279 apresentaram adaptabilidade geral alta, ou seja, em termos médios considerando todos os anos de avaliações, estes materiais mantiveram suas produtividades em todas as condições. A cultivar BRS Carnaúba foi classificada como de máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis, desta forma é o material a ser escolhido devido a possibilidade de se prever uma resposta positiva as melhorias impostas dos fatores disponibilizados. A BRS Sambaíba e BRS 278 tiveram adaptabilidade geral alta e certa adaptabilidade específica aos ambientes desfavoráveis, ou seja, são responsivas aos fatores negativos. BRS Seridó, que empiricamente era aceita para cultivo, mostrou-se pouco adaptada, desta forma a mesma não deve ser recomendada para a região.

A presença aqui de materiais genéticos classificados de I até VII, com a maioria compondo o grupo III, foi distinto da classificação apresentada por Barros et al. (Ceres, 2010) com presença de cultivares de I até a IV, com a maioria dos genótipos compondo a primeira classe, havendo distribuição heterogêneas para produtividade de grãos. Também foi diferente do apresentado por Cavalcante et al. (2014) com as mesmas classes de Barros et al. (2010), contudo a maioria no grupo IV. Já Romanato et al. (2016) obtiveram apenas genótipos nas classes I a III, com maioria na última classe, indicando que a maioria apresentou adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis, estando, portanto, mais próximo do que comportamento dos materiais aqui avaliados. Estando também muito diferente do que foi obtido por Marques et al. (2011) cujos materiais genéticos compuseram as classes IV a VII em produtividade de grãos e para Vasconcelos et al. (2015) compuseram apenas as classes V a VII, maioria na primeira, que significa máxima estabilidade fenotípica. Esses comportamentos distintos são normais, pois conforme Rocha et al. (2009) os valores variam conforme o grupo e o quantitativo de materiais genéticos e com as condições ambientais impostas.

Genótipos	Média	Classif	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)	Prob(V)	Prob(VI)	Prob(VII)
Candeia	3254,24	V	0,086	0,120	0,089	0,127	0,319	0,162	0,097
Carnaúba	3669,81	VI	0,109	0,091	0,082	0,073	0,240	0,300	0,105
Sambaíba	4052,15	I	0,320	0,064	0,113	0,056	0,120	0,140	0,188
Seridó	3050,91	IV	0,095	0,147	0,109	0,226	0,180	0,133	0,109
Tracajá	3107,10	V	0,092	0,161	0,096	0,188	0,210	0,153	0,101
BRS 278	3727,80	VII	0,122	0,058	0,229	0,064	0,159	0,104	0,263
BRS 279	3508,06	V	0,123	0,087	0,153	0,096	0,233	0,151	0,157

Média geral: $3481,44 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Classes: I e V - adaptabilidade geral alta; II e VI - adaptabilidade específica a ambientes favoráveis; III e VII - adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis; IV - pouco adaptado.

Tabela 4 - Classificação das cultivares de soja em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada à sua classificação, avaliadas entre os anos de 2008 a 2013. Macapá, AP.

Fonte: os autores

Apesar de Barros et al. (2008) terem verificado que as metodologias de Annicchiarico e Centróide são coerentes entre si e permitiram identificar, entre os genótipos avaliados, os de maior produtividade e adaptabilidade. Aqui não houve coincidência entre as cultivares de melhor desempenho, no comportamento geral, cujos materiais superiores em Annicchirico foram BRS Carnaúba, BRS Sambaíba e BRS 278, enquanto na metodologia do Centróide observou-se como superiores as cultivares BRS Candeia, BRS Tracajá e BRS 279, ou seja, nenhum dos genótipos avaliados. Enquanto que para os ambientes favoráveis, já foram coincidentes, onde teve-se BRS Carnaúba em ambas as metodologias e nos desfavoráveis teve-se BRS Sambaíba e BRS 278 como coincidentes. Assim, os métodos de Annicchiarico e Centróide foram coerentes entre si apenas nas condições de adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis e favoráveis e não no comportamento de adaptabilidade geral.

A estabilidade produtiva, ao longo dos anos, é uma questão tão importante quanto a estabilidade entre locais, uma vez que a seleção da soja, baseada na produtividade acumulada, pode ser enganosa por favorecer materiais produtivos, mas somente em determinadas condições. Os métodos de Annicchiarico e do Centróide (Tabela 5) apresentaram valores de produtividade médios, no conjunto de todos os oito genótipos, devendo-se optar pelas cultivares BRS Sambaíba e BRS 278 cujos desempenhos foram melhores em relação aos demais materiais avaliados em todas as condições, pois os fatores ambientais são imprevisíveis e em muitos casos incontrolláveis, com isso, estes dois genótipos superiores oferecem condições de produção adequadas, acima da média nacional projetada para 2017 de 3362,00 kg.ha⁻¹ da CONAB (2017) e superior ao necessário para se obter o menor custo unitário por cada hectare de soja cultivado, estimado por Oliveira et al. (2013) em região do Pará, no caso em Santarém e Belterra, cuja produtividade média foi em torno de 2580,00 kg.ha⁻¹, apesar de que na média do conjunto dos oitos genótipos avaliados no Amapá o valor obtido na pior produtividade, que foi no ano de 2013, encontra-se aproximadamente 12% acima do mínimo necessário citado para o menor custo, garantindo renda positiva ao produtor com o excedente. A variação existente no Ij onde alguns anos contribuem de forma positiva ou negativa com valores distintos, foi semelhante ao observado por Barros et al. (2010ceres; 2010).

Ano	Média	Centróide Ij	Annicchiarico Classe*
2008	3143,99	-337,44	D
2009	4897,57	1416,13	F
2010	4136,72	655,28	F
2011	2925,24	-556,20	D
2012	2899,76	-581,68	D

2013	2885,35	-596,09	D
------	---------	---------	---

* D: ambiente desfavorável, F: ambiente favorável

Tabela 5 - Estimativas dos parâmetros de produtividade e adaptabilidade fenotípica para produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em soja, obtidas pelo método dos Centróides e Annicchiarico (ANNIC) para os anos de avaliação. Macapá, AP.

Fonte: os autores

4 CONCLUSÃO

A interação significativa de cultivares x anos de semeadura sugere o comportamento diferenciado dos genótipos.

Houveram cultivares de adaptabilidade específica para ambientes favoráveis ou desfavoráveis ou na média geral. Contudo a cultivar BRS Sambaíba foi superior em todas as condições, com adaptação mais eficiente e BRS Seridó foi pouco adaptada, nas duas metodologias.

As metodologias de Annicchiarico e Centróide foram similares apenas nas condições de adaptabilidade aos ambientes desfavoráveis e favoráveis e não na adaptabilidade geral.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L.A.; KHIL, R.A.S.; MIRANDA, M.A.C.; CAMPELO, G.J.A. Melhoramento da soja para regiões de baixas latitudes. Em: QUEIROZ, M.A; GOEDERT, C.O.; RAMOS, S.R.R. (Eds.) **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**, 1999, Cap.5, pp.73-88. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, Roma, v.46, p.269-278, 1992.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; TEXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max L.*) em Mato Grosso. **Ambiência**, Guarapuava, v.6, n.1, p.75-88, 2010a.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; TEXEIRA, R.C.; FIDELIS, R.R.; CRUZ, C.D.; REIS, M.S. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.3, p.359-366, 2010b.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A.V. de; FIDELIS, R.R.; CAPONE A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi, v.3, p.49-58, 2012.

BRANQUINHO, R.G.; DUARTE, J.B.; SOUSA, P.I.M.; SILVA NETO, S.P.; PACHECO, R.M. Estratificação ambiental e otimização de rede de ensaios de genótipos de soja no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.49, n.10, p.783-795, 2014.

CARVALHO, E.V.; PELUZIO, J.M.; SANTOS, W.F.; AFFÉRI, F.S.; DOTTO, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Tocantins. **Revista Agro@ambiente Online**, Boa Vista, v.7, n.2, p.162-169, 2013.

CAVALCANTE, A.K.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L.; SOUSA, L.B.; NOGUEIRA, A.P.O.; HAMAWAKI, C.D.L. (2014) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja em Porto Alegre do Norte, MT. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.30, n.4, p.942-949, 2014.

COLOMBARI FILHO, J.M.; RESENDE, M.D.V.; MORAIS, O.P.; CASTRO, A. P.; GUIMARÃES, E.P.; PEREIRA, J.A.; UTUMI, M.M.; BRESEGHELLO, F. Uplandrice breeding in Brazil: a simultaneous genotypic evaluation of stability, adaptability and grain yield. **Euphytica**, Wageningen, v.192, n1, p.117-129, 2013.

CONAB Companhia Nacional de Abastecimento **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2016/2017**. Brasília: Conab. 2017. 2p.

COSTA, M.M.; DI MAURO, A.O.; UNÊDA-TREVISOLI, S.H.; ARRIEL, N.H.C.; BÁRBARO, I.M.; SILVEIRA, G.D.; MUNIZ, F.R.S. Heritability estimation in early generations of two-way crosses in soybean. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.1, p.101-108, 2008.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV. 2014. 668p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, Maringá, .35, n.3, p.271-276, 2013.

INMET **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 22 jan. 2018.

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects in the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. **Plant Science**, Dublin, v.180, p. 504-510, 2011.

LEITE, W.S.; PAVAN, B.E.; MATOS FILHO, C.H.A.; FEITOSA, F.S.; OLIVEIRA, C.B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agrônômicos em genótipos de soja. **Nativa**, Sinop, v.3, n.4, p.241-245, 2015.

LEITE, W.S.; PAVAN, B.E.; MATOS FILHO, C.H.A.; ALCANTARA NETO, F.; OLIVEIRA, C.B.; FEITOSA, F.S. Genetic parameters estimation, correlations and selection indexes for six agronomic traits in soybean lines F8. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.7, n.3, p.302-310, 2016.

MARQUES, M.C.; HAMAWAKI, O.T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M.R.; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; NOGUEIRA, A.P.O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.27, n.1, p.59-69, 2011.

MEOTTI, G.V.; BENIN, G.; SILVA, R.R.; BECHE, E.; MUNARO, L.B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.14-21, 2012.

OLIVEIRA, C.M.; SANTANA, A.C.; HOMMA, A.K.O. Os custos de produção e a rentabilidade da soja nos municípios de Santarém e Belterra, estado do Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v.43, n.1, p.23-32, 2013.

PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, Takoma Park, v.36, p.381-385, 1959.

POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L.; GUIMARÃES, S.L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no Estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.4, p.910-920, 2013.

RESENDE, M.D.V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009, 976 p.

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A.; LOPES, A.C.A.; MAIA, M.C.C. (2009) Estabilidade e adaptabilidade produtiva em linhagens de soja de ciclo médio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.6, p.764-771, 2009.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A.D.C.; MISSIO, E.L.; RUBIN, S. de A.L. Avaliação da precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, p.572-578, 2010.

VASCONCELOS, E.S. de; REIS, M.S.; CRUZ, C.D.; SEDIYAMA, T.; SCAPIM, C.A. Adaptability and stability of semilate and late maturing soybean genotypes in Minas Gerais state. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.3, p.411-415, 2010.

VASCONCELOS, E.S de; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.3, p.1203-1214, 2015.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, Berlim, v.52, p.127-138, 1965.

WYSMIERSKI, P.T.; VELLO, N.A. The genetic base of Brazilian soybean cultivars: evolution over time and breeding implications. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.36, n.4, p.547-555, 2013.

SCIENTIA RURAL

Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE

www.cescage.edu.br/publicacoes/scientiarural

17ª Ed./JAN-JUN/2018

ISSN 2178 – 3608