



## NOTA TÉCNICA

# Desempenho de genótipos de soja no cerrado amapaense de 2009 a 2013

## *Performance of soybean genotypes in the Amapá savannah between 2009-2013*

Gilberto Ken-Iti Yokomizo<sup>1\*</sup>  
Igor Correa dos Santos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Embrapa Amapá, Rodovia JK, Km 05, 2600, 68903-419, Macapá, AP, Brasil

<sup>2</sup> Centro de Ensino Superior do Amapá – CEAP, Rodovia Duca Serra, Via 17, 350, 68906-720, Macapá, AP, Brasil

\*Autor Correspondente:

E-mail: gilberto.yokomizo@embrapa.br

### PALAVRAS-CHAVE

*Glycine max*  
Produtividade  
Melhoramento genético  
Scott-Knott

### KEYWORDS

*Glycine max*  
Yield  
Genetic breeding  
Scott-Knott

**RESUMO:** A soja vem ocupando novas fronteiras agrícolas, iniciando seu cultivo em áreas de cerrado no Norte do país, incluindo o Amapá, que possui localização estratégica, o que torna fundamental identificar e selecionar através de pesquisas os melhores materiais para utilização local. A partir disso, a Embrapa Amapá desenvolveu pesquisas com 26 cultivares comerciais e 41 linhagens experimentais em sua área de cerrado entre os anos de 2009 a 2013, sendo avaliados: número de dias para florescimento das plantas (NDF), número de dias para maturidade dos grãos (NDM), altura da planta na maturidade (APM, em cm) e produtividade grãos (PG, em kg ha<sup>-1</sup>). Os resultados obtidos permitiram concluir que houve diferenças entre os anos de avaliação, os genótipos e na interação entre ambos; o coeficiente  $CV_g/CV_e$  indica que há facilidade de seleção apenas com base em NDF, sendo que nas demais características torna-se necessário o uso de metodologias estatísticas mais apuradas; a classificação de Scott-Knott conseguiu classificar os materiais genéticos em grupos, para produtividade de grãos as dez linhagens experimentais superiores foram: MABR03-3545, MABR05-22940, BRN03-5602, BRN03-7183, MABR05-24513, MABR04-52667, MABR05-24540, MABR02-1876, BRN03-5760, BR04-5290; e das cultivares comerciais foram: BRS Candeia, BRS Candeia VNH, BRS Seridó VNH, BRS 219; e a correlação existente entre produtividade e altura de plantas foi maior e isso significa que a seleção de uma destas características dificilmente será conseguida independente da outra; com relação às demais correlações, que envolveram apenas número de dias para florescimento e maturidade com altura de planta, foram baixas e com isso estas características são praticamente independentes.

**ABSTRACT:** The soybean has occupied new agricultural frontiers, initially appearing in savannah areas in the north of the country, including Amapá, which has a strategic location, so it is essential that the research identifies and selects the best materials for local use. Thus, Embrapa Amapá conducted a research with 26 cultivars and 41 lineages in its experimental area between 2008 and 2013, being evaluated: number of days to flowering (NDF), number of days to maturity (NDM), plant height at maturity (APM in cm), and grain yield (PG, in kg ha<sup>-1</sup>). The results show that differences between the years of evaluation, genotypes and interaction were found between them; the coefficient  $CV_g/CV_e$  indicates there is ease of selection based only on NDFs, considering that the other characteristics need more refined statistical methodologies. The Scott-Knott classification divided the genetic material into groups, for grain yield, the top ten experimental lineages were: MABR03-3545, MABR05-22940, BRN03-5602, BRN03-7183, MABR05-24513, MABR04-52667, MABR05-24540, MABR02-1876, BRN03-5760, BR04-5290, and the commercial cultivars were: BRS Candeia, BRS Candeia VNH, BRS Seridó VNH, and BRS 219; the correlation between productivity and plant height was higher, which means that the selection of one of these characteristics will hardly be obtained independent of one another; regarding the other correlations, which involved only the number of days to flowering and maturity with plant height, they were low, so these characteristics are practically independent.

Recebido em: 14 jun. 2016

Aceito em: 17 jun. 2018

# 1 Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a espécie oleaginosa com maior área de cultivo mundial, sendo também a cultura agrícola anual mais importante no Brasil, com projeções da Conab (2018) para a safra 2017/2018 de uma área próxima de 35,1 milhões de hectares com esta espécie, o que representa crescimento de até 3,5%, em relação à cultivada na safra 2016/2017, estimando-se uma produção de 116.995,9 mil t, em comparação a 114.075,3 mil t que foram colhidas na safra 2016/2017.

Ao longo dos últimos vinte anos, a expansão da lavoura mecanizada da soja na Amazônia tem se deslocado geograficamente em direção à floresta. Ocupa diversos campos do cerrado e de matas do Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Rondônia, Roraima, Amazonas e Pará, compondo uma área de lavoura descontínua na Amazônia Meridional (Silva, 2008). No Amapá a tendência é de crescimento a cada ano da produção de soja, havendo, segundo Superti & Silva (2015), no ano de 2013 uma produção de 18.000 t, com aumento significativo para 54.400 t em 18.900 ha em 2017 (IBGE, 2017).

O estado do Amapá, além da presença de florestas, contém áreas de cerrado, com potencial para produção de grãos, mas de alta fragilidade ecológico-ambiental. Também possui uma localização geográfica estratégica, no extremo norte do país, tendo a parte litorânea banhada pelo Oceano Atlântico, o que o torna próximo dos potenciais mercados importadores, permitindo com isso a redução dos custos de transporte e, portanto, uma maior competitividade no mercado internacional (Alves & Castro, 2014). Esse cerrado tem seu início no município de Macapá, avançando na direção norte em uma faixa entre 50 e 150 km de largura, até aproximadamente o município de Calçoene, percorrendo cerca de 374 km de extensão. Além disso, atravessando áreas dos municípios de Santana, Porto Grande, Itaubal e Tartarugalzinho (Castro & Alves, 2014).

O ambiente diverso de cultivo da soja no Brasil destaca a importância dos programas de melhoramento no papel fundamental de obter cultivares mais produtivas e adaptadas às mais diversas regiões de cultivo, com suas distintas peculiaridades edafoclimáticas (Torres et al., 2014), menos responsivos aos fatores restritivos à produtividade, incorporando resistência a pragas e doenças, melhorando a qualidade nutricional (Mezzalana, 2017; Nogueira et al., 2015). Isso necessita de variabilidade genética para permitir a seleção de genitores que originam população com maior proporção de recombinantes desejáveis. Para os melhoristas, interessa a obtenção de variabilidade que efetivamente resulte em ganhos genéticos significativos (Vasconcelos et al., 2015), que têm sido em torno de 1,5 a 2% ao ano para a produtividade de grãos (Leite et al., 2015).

Adicionalmente, este desenvolvimento só é possível com base na herdabilidade que define a proporção da manifestação de determinada característica que seguramente vai ser transmitida e manifestada na geração seguinte, desejando-se aquele que sofra menor influência dos fatores não genéticos ou geralmente ambientais, o que possibilita a seleção de genótipos mais promissores nas próximas gerações. Valores altos para coeficiente de herdabilidade devem-se principalmente à maior contribuição genética em relação à ambiental, dando maior acurácia seletiva e, com isso, possibilita maior sucesso

de seleção de linhagens de soja com boas características agronômicas (Chagas et al., 2016).

Tendo em vista os aspectos citados, é fundamental realizar pesquisas científicas com a soja na região, para obter informações que possam indicar os genótipos mais adequados, desta forma, cultivares comerciais e linhagens experimentais foram avaliadas nas condições do cerrado amapaense, obtendo-se parâmetros fenotípicos, genotípicos e ambientais, correlações entre as características avaliadas e a classificação de médias com base na metodologia de Scott-Knott, para identificar os mais promissores para cultivo no Amapá.

## 2 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos durante cinco anos agrícolas (2009 a 2013), no Campo Experimental do Cerrado, pertencente à Embrapa Amapá, no km 43 da BR 156, estando localizado entre as coordenadas geográficas 00° 22' 55" N e -51° 04' 10" W. No município de Macapá, o solo é classificado em Latossolo Amarelo Hiperdistrofico, profundos, bem drenados, saturação por bases (V%) muito baixa, baixa disponibilidade de fósforo, de acidez elevada, de altos teores de alumínio trocável e baixa soma de bases (Melém Júnior et al., 2008).

Segundo a classificação de Köppen-Geiger, o clima da área experimental é tropical úmido (Aw: clima tropical com estação seca de inverno). Entre 2009 e 2013, conforme dados consultados em INMET (2009-2013), a média sobre a precipitação total foi de 2473,42 mm, com uma média de 362,68 mm no trimestre mais chuvoso nos meses de fevereiro a abril, e o menos chuvoso com 33,38 mm entre setembro e novembro. A umidade relativa anual geral esteve em 79,75%, 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 32,28 °C e a temperatura média mínima 24,11 °C. Já no período chuvoso a temperatura média máxima atingiu 30,85 °C e a mínima 23,82 °C, com a média de 26,60 °C. No período seco a temperatura média máxima chegou a 33,84 °C e a mínima 24,51 °C, com a média de 28,85 °C.

Os tratamentos genéticos envolveram 68 materiais genéticos, sendo apresentados na Tabela 1, onde os números de 1 a 27 identificam as cultivares comerciais, e de 28 a 68 as linhagens experimentais, avaliadas de 2009 a 2013.

O delineamento experimental adotado foi blocos completos ao acaso, com quatro repetições, contendo 68 tratamentos dos quais 27 se referem a cultivares comerciais e 41 a linhagens experimentais. As 272 parcelas foram compostas por quatro fileiras de 6 m de comprimento e espaçadas de 0,5 m (12 m<sup>2</sup>), sendo que a área útil (5 m lineares) para a obtenção de dados compreendeu as duas fileiras centrais, sendo eliminados 0,5 m de cada extremidade, totalizando 5 m<sup>2</sup> na parcela útil.

As características avaliadas foram: número de dias para florescimento, contados desde o dia da semeadura até a presença de 50% de flores abertas na parcela (NDF, dias); número de dias para maturação, contados desde o dia da semeadura até que 50% das vagens presentes na parcela estivessem maduras (NDM, dias); altura da planta na maturidade, medida desde o solo até a inserção da última folha (APM, cm) e; produtividade de grãos (PG), obtida pela massa de grãos maduros colhidos, com 15% de umidade, na área útil de cada parcela e convertida em kg ha<sup>-1</sup>.

**Tabela 1.** Cultivares comerciais<sup>a</sup> e linhagens experimentais<sup>b</sup> de soja avaliadas no Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá entre 2009 e 2013.  
**Table 1.** Commercial cultivars<sup>a</sup> and experimental lineages<sup>b</sup> from soybean evaluated in the Savannah Experimental Field of the Embrapa Amapá between the years 2009-2013.

Trat	Genótipo	Trat	Genótipo	Trat	Genótipo
1	A 7002	24	NA 8500	47	MABR04-55770
2	A 7006	25	P98N71	48	MABR04-56075
3	BRS 219	26	P98C81	49	MABR04-57416
4	BRS 219 (tardio)	27	P98N82	50	MABR04-58411
5	BRS 326	28	BR02-41503	51	MABR05-22940
6	BRS Barreiras	29	BR04-5290	52	MABR05-23012
7	BRS Barreiras (tardio)	30	BRN03-5602	53	MABR05-23088
8	BRS Candeia	31	BRN03-5621	54	MABR05-23173
9	BRS Candeia VNH	32	BRN03-5760	55	MABR05-23448
10	BRS Carnaúba	33	BRN03-7183	56	MABR05-23990
11	BRS Carnaúba VNH	34	BRN03-7412	57	MABR05-24079
12	BRS Pati VNH	35	MABR01-20283	58	MABR05-24316
13	BRS Sambaíba	36	MABR01-5029	59	MABR05-24463
14	BRS Sambaíba (tardio)	37	MABR02-1029	60	MABR05-24513
15	BRS Sambaíba VNH	38	MABR02-1198	61	MABR05-24540
16	BRS Seridó	39	MABR02-1876	62	MABR05-24565
17	BRS Seridó VNH	40	MABR03-3459	63	MABR05-24567
18	BRS Tracajá	41	MABR03-3545	64	MABR05-24887
19	BRS Tracajá VNH	42	MABR04-51532	65	MABR05-24942
20	DM 309	43	MABR04-52353	66	MABR05-24967
21	M-Soy8866	44	MABR04-52667	67	MABR05-29864
22	M-Soy9350a	45	MABR04-53709	68	MABR99-11191
23	M-Soy9350b	46	MABR04-55745		

<sup>a</sup> Cultivares comerciais representadas do número 1 ao 27

<sup>b</sup> Linhagens experimentais representadas do número 28 ao 68

<sup>a</sup> Commercial cultivars represented from numbers 1 to 27

<sup>b</sup> experimental lineages represented from number 28 to 68

A análise de variância e a classificação de médias de Scott-Knott basearam-se no seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = m + G_i + B_j + A_k + GA_{ik} + E_{ijk}$$

No qual,  $Y_{ijk}$ : efeito do  $i$ -ésimo genótipo no  $k$ -ésimo Ano no  $j$ -ésimo Bloco;  $m$ : média geral dos genótipos;  $G_i$ : efeito do genótipo  $i$ ;  $B_j$ : efeito do bloco  $j$ ;  $A_k$ : efeito do ano  $k$ ;  $GA_{ik}$ : efeito da interação do genótipo  $i$  no ano  $k$ ;  $E_{ijk}$ : erro experimental aleatório.

O tratamento estatístico dos dados para as análises de variância individuais e conjunta, os parâmetros genéticos, os seus estimadores e a classificação de médias de Scott-Knott foram realizados com o programa computacional Genes (Cruz, 2016).

### 3 Resultados e Discussão

Quando é realizada a análise de um conjunto de experimentos, repetidos durante anos ou então em várias localidades, faz-

se necessária a verificação da homogeneidade dos quadrados médios residuais por meio da relação entre o maior e o menor QM do resíduo de cada ano. Nesta pesquisa todas as características apresentaram valores acima do limite máximo proposto por Pimentel Gomes (2009), desta forma, ao se proceder as análises de variância conjunta para os cinco anos, houve a necessidade de ajuste nos graus de liberdade para cada característica (Tabela 2).

Houve presença de diferenças significativas a 1% entre genótipos (G), anos (A) para todas as características avaliadas e na sua interação GxA nas características APM, NDF e NDM, enquanto PG esteve a 5%, indicativo de variabilidade entre os materiais genéticos avaliados, contudo a presença de significância para as duas últimas fontes de variação indica que o ambiente teve influência na manifestação fenotípica e também que os genótipos responderam de forma interativa às modificações ambientais existentes, isso denota que há respostas diferenciadas aos estímulos não genéticos por parte do conjunto de cultivares comerciais e linhagens (Tabela 2).

Na Tabela 2 o coeficiente de variação experimental foi baixo, menor que 4% para as características de florescimento e de maturidade dos grãos; já o coeficiente de variação observado nas avaliações de altura da planta foi médio, perto de 15%, e da produtividade de grãos foi alto, próximo de 30%, o que tem sido comumente observado para a soja, indicando que a precisão experimental foi adequada em relação às causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais; esses valores estão de acordo com os obtidos por Costa et al. (2008). Isso ressalta que a produtividade de grãos é uma característica quantitativa muito influenciada pelo ambiente, segundo Barros et al. (2012), por esse motivo apresenta valores superiores de CV% em relação às demais características.

Para que seja possível haver progresso genético é fundamental ter uma precisão experimental, principalmente em características como a produtividade de grãos que sofre grande influência ambiental (Leite et al., 2015). Na Tabela 3, estão apresentados os resultados das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para todas as características avaliadas, as variâncias genotípicas, ambientais e da interação genótipos com ambientes, as herdabilidades médias, os coeficientes de variação genética e as razões entre os coeficientes de variação genética pelos coeficientes de variação ambiental. Verifica-se que somente para NDF existe variabilidade genética superior que a ambiental e da interação dos genótipos para as características avaliadas (Tabela 3). Isso indica que as demais características tiveram maior contribuição ambiental ou de interação para sua manifestação fenotípica. O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade genética presente na população, mas deve ser analisado em relação às demais variâncias (ambiental ou residual e das interações existentes), com isso torna-se importante a estimativa do coeficiente CVg/CVe. Com os resultados obtidos, apenas para NDF a relação teve valor acima de 1, indicando condição favorável, sendo que as demais características irão necessitar de procedimentos estatísticos mais apurados para a seleção, pois, conforme citado por Cruz et al. (2012), esta razão pode ser empregada como índice indicativo do grau de facilidade de seleção de progênies para

cada característica, sendo que valores acima de 1 indicam boas chances de ganhos com a aplicação da seleção entre matrizes, sugerindo facilidade de melhoramento, pois com valores altos de CVg/CVe tem-se uma alta acurácia seletiva, mesmo que os CVe sejam altos (Resende & Duarte, 2007).

Os valores estimados da herdabilidade no sentido amplo para todas as características estiveram entre 80,58 e 93,40 (Tabela 3), considerados altos, conforme classificação proposta por Bárbaro et al. (2009). Para a produtividade de grãos, a herdabilidade estimada foi de 84,15%, sendo que geralmente essa característica apresenta baixa herdabilidade (20 a 30%), segundo Leite et al. (2015), por possuir uma herança quantitativa, grande parte da variância fenotípica é devido a causas ambientais (Hamawaki et al., 2012). O resultado obtido, com valor semelhante ao citado também por Costa et al. (2008) e Leite et al. (2015), demonstra que neste conjunto de genótipos e nas condições ambientais locais há grande possibilidade da característica ser transmitida para as gerações futuras.

Com base na presença de diferenças significativas entre os genótipos avaliados procedeu-se a classificação de médias de Scott-Knott, cuja vantagem em situações com grande quantidade de materiais a serem avaliados é a formação de grupos não sobrepostos, facilitando a visualização daqueles com melhor desempenho médio para as características avaliadas.

Considerando as classes obtidas para o número de dias até o florescimento (Tabela 4), houve a formação de cinco grupos de classificação (A até E), sendo que o denominado de A conteve apenas cultivares comerciais, enquanto os demais apresentaram tanto materiais genéticos já comercializados como as linhagens experimentais. Geralmente, plantas com florescimento mais tardio permitem um melhor desenvolvimento vegetativo e, com isso, a formação de uma melhor estrutura reprodutiva, refletindo em maiores produtividades. Com isso, dos materiais pertencentes aos grupos A e B, mais tardios em florescimento, totalizaram 13 genótipos, apenas os identificados como 6, 40 e 66 não foram classificados também no grupo superior de produtividade. A amplitude de valores observados entre 37,67 e 46,08 dias foi semelhante ao observado também por Castro et al. (2014).

**Tabela 3.** Parâmetros genéticos e fenotípicos em quatro características de cultivares comerciais e linhagens experimentais de soja avaliadas no Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá entre 2009 e 2013.

**Table 3.** Genetic and phenotypic parameters<sup>a</sup> in four characteristics<sup>b</sup> of commercial cultivars and experimental lineages from soybean evaluated in the Savannah Experimental Field of the Embrapa Amapá between the years 2009-2013.

	$\sigma_{GXA}^2$	$\sigma_G^2$	$\sigma_r^2$	H <sup>2</sup> %	CV <sub>g</sub> %	CV <sub>g</sub> /CV <sub>e</sub>
NDF	0,245	2,253	2,201	93,40	3,557	1,10
APM	8,695	43,492	64,027	89,80	11,965	0,82
NDM	1,236	2,294	6,113	80,58	1,341	0,61
PG	51362,638	247232,163	726226,647	84,15	17,096	0,58

<sup>a</sup>  $\sigma_r^2$ : variância fenotípica com base em média de parcelas;  $\sigma_G^2$ : variância genética com base em média de parcelas;  $\sigma_r^2$ : variância residual; H<sup>2</sup>%: herdabilidade em nível de média no sentido amplo em porcentagem; CVg(%): coeficiente de variação genotípica em porcentagem; CVg/CVe: relação entre coeficiente de variação genotípica pelo coeficiente de variação ambiental.

<sup>b</sup> NDF: número de dias para florescimento; APM: altura da planta na maturidade (cm); NDM: número de dias para maturidade; PG: produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

<sup>a</sup>  $\sigma_r^2$ : phenotypic variance based on plot average;  $\sigma_G^2$ : genetic variance based on plot average;  $\sigma_r^2$ : residual variance; H<sup>2</sup>%: heritability at the level of the average in the broad sense in percentage; CVg(%): genotypic coefficient of variation in percentage; CVg/CVe: relation between genotypic coefficient of variation by the environmental variation coefficient.

<sup>b</sup> NDF: number of days to flowering; NDM: number of days to grain maturity; APM: plant height at maturity (cm); PG: grain yield (kg ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 4.** Classificação de médias de Scott-Knott para quatro características<sup>a</sup> em cultivares comerciais<sup>b</sup> e linhagens experimentais<sup>b</sup> de soja avaliadas no Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá entre 2009 e 2013.**Table 4.** Averages classification by Scott-Knott to four characteristics<sup>a</sup> of commercial cultivars<sup>b</sup> and experimental lineages<sup>b</sup> from soybean evaluated in the Savannah Experimental Field of the Embrapa Amapá between the years 2009-2013.

Gen	NDF		Gen	APM		Gen	NDM		Gen	PG	
17	46,08	A	36	76,55	A	10	116,43	A	41	3839,50	A
9	45,94	A	30	66,45	B	4	115,88	A	51	3836,77	A
7	45,17	A	33	64,44	B	11	115,63	A	8	3767,31	A
60	44,58	B	14	64,19	B	9	115,63	A	30	3744,82	A
8	44,45	B	38	63,94	B	8	115,13	A	33	3672,39	A
6	44,42	B	29	63,85	B	23	114,63	A	60	3667,81	A
11	44,25	B	64	63,75	B	22	114,63	A	9	3562,41	A
40	44,11	B	32	63,75	B	7	114,50	A	44	3545,50	A
66	43,75	B	46	63,56	B	59	114,50	A	61	3504,71	A
47	43,67	B	9	63,31	B	30	114,38	A	17	3499,68	A
34	43,67	B	67	62,88	B	63	114,38	A	39	3497,27	A
64	43,42	B	48	62,25	B	62	114,38	A	32	3449,91	A
44	43,33	B	39	61,53	B	61	114,38	A	29	3401,66	A
10	43,20	C	19	60,69	B	24	114,33	A	3	3346,30	A
16	43,17	C	47	60,42	B	27	114,29	A	65	3344,18	A
37	43,10	C	16	59,94	B	47	114,25	A	14	3332,40	A
67	43,09	C	17	59,67	B	14	114,20	A	63	3298,39	A
59	43,08	C	8	59,56	B	35	114,13	A	56	3266,82	A
46	42,83	C	44	59,42	B	16	114,13	A	28	3253,12	A
51	42,83	C	7	59,20	B	52	114,00	A	19	3243,27	A
19	42,83	C	62	58,58	B	32	114,00	A	62	3231,68	A
45	42,81	C	51	58,47	B	28	114,00	A	4	3231,23	A
62	42,75	C	15	57,78	B	17	113,88	A	35	3156,71	A
15	42,75	C	28	57,36	B	40	113,83	A	64	3117,62	A
42	42,75	C	41	57,22	B	55	113,75	A	48	3113,71	A
52	42,67	C	63	56,89	B	67	113,72	A	15	3104,27	A
63	42,67	C	11	56,75	B	60	113,63	A	47	3097,27	A
28	42,67	C	65	56,67	B	65	113,63	A	52	3086,40	A
39	42,67	C	42	56,67	B	29	113,63	A	59	3085,48	A
32	42,58	C	60	56,55	B	39	113,63	A	38	3083,88	A
41	42,58	C	35	56,42	B	68	113,63	A	10	3079,78	A
48	42,33	C	61	56,33	B	3	113,50	A	34	3076,38	A
35	42,33	C	59	56,28	B	12	113,50	A	11	3054,59	A
3	42,33	C	49	56,21	B	46	113,38	A	68	3053,88	A
65	42,25	C	56	55,56	B	51	113,38	A	42	3044,09	A
58	42,18	C	3	55,42	B	33	113,38	A	13	3030,36	A
30	42,17	C	34	55,28	B	44	113,18	A	7	3008,21	A
61	42,17	C	10	55,05	B	64	113,18	A	46	2983,30	A
33	42,17	C	18	54,83	B	42	113,18	A	55	2862,69	A
31	42,17	C	2	54,45	B	19	113,18	A	18	2862,05	A
23	42,08	C	55	53,89	B	5	112,94	A	31	2851,48	A
57	42,08	C	6	53,61	C	15	112,75	A	54	2826,27	A
14	42,00	C	66	53,20	C	48	112,63	A	49	2823,08	A

**Tabela 4.** Continuação...**Table 4.** Continuation...

Gen	NDF		Gen	APM		Gen	NDM		Gen	PG	
29	41,83	C	40	53,15	C	41	112,63	A	20	2810,50	A
13	41,63	C	37	52,83	C	53	112,38	B	6	2712,68	B
49	41,50	C	25	52,58	C	43	112,38	B	36	2652,53	B
2	41,50	C	58	52,58	C	2	112,38	B	22	2649,59	B
4	41,38	D	57	51,95	C	6	112,25	B	58	2598,69	B
12	41,33	D	4	51,71	C	20	112,25	B	57	2567,09	B
53	41,17	D	52	51,48	C	13	112,22	B	1	2556,09	B
22	41,13	D	24	51,33	C	18	111,78	B	45	2458,69	B
54	40,92	D	20	51,11	C	26	111,63	B	16	2427,89	B
43	40,92	D	13	50,92	C	25	111,43	B	66	2416,09	B
18	40,85	D	23	50,03	C	1	111,38	B	67	2397,81	B
20	40,67	D	1	49,09	C	37	111,33	B	40	2388,50	B
25	40,64	D	27	48,64	C	66	111,25	B	23	2381,27	B
24	40,60	D	31	48,47	C	50	111,25	B	53	2365,03	B
1	40,58	D	68	47,22	D	31	111,00	B	12	2342,18	B
68	40,42	D	43	46,81	D	34	110,88	B	37	2279,58	B
21	40,38	D	53	46,11	D	54	110,75	C	25	2262,03	B
26	40,34	D	26	44,04	D	21	110,63	C	43	2182,41	B
27	40,27	D	22	43,85	D	58	110,50	C	27	2166,81	B
50	40,25	D	21	43,42	D	38	110,29	C	26	2096,51	B
36	40,01	D	5	43,10	D	56	110,13	C	2	2032,68	B
56	39,75	D	45	43,10	D	45	110,00	C	21	2003,58	B
38	39,67	D	12	43,06	D	57	109,13	C	24	1756,10	B
55	39,50	D	50	42,36	D	49	109,00	C	5	1740,41	B
5	37,67	D	54	40,28	D	36	109,00	C	50	1594,89	B

Na Tabela, médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si.

<sup>a</sup> NDF: número de dias para florescimento; APM: altura da planta na maturidade (cm); NDM: número de dias para maturidade; PG: produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

<sup>b</sup> Identificadas na Tabela 1.

In the Table averages followed by the same letter in the column do not differ from each other.

<sup>a</sup> NDF: number of days to flowering; NDM: number of days to grain maturity; APM: plant height at maturity (cm); PG: grain yield (kg ha<sup>-1</sup>).

<sup>b</sup> Identified in Table 1.

Para a característica altura da planta na maturidade, formaram-se cinco grupos de classificação (A até E), sendo que o grupo superior (A) conteve apenas a linhagem experimental MABR01-5029. Considerando que para a colheita mecanizada são interessantes plantas com altura superior a 50 cm, tem-se que os grupos de classificação A e B, com valores entre 76,55 e 53,89 cm, totalizando 41 genótipos podem ser considerados os de interesse para a região, sendo que Castro et al. (2014) também obtiveram valores máximos e mínimos semelhantes para esta característica, utilizando materiais genéticos diferentes dos envolvidos nesta pesquisa.

Para o número de dias para maturidade ou ciclo total da planta, os genótipos formaram três grupos de classificação, com valores entre 109,00 e 116,43 dias, sendo em torno de dez dias mais tardias do que o obtido por Castro et al. (2014) no Amapá. Plantas mais tardias geralmente apresentam maiores produtividades, devido ao maior período para desenvolvimento

da estrutura vegetativa e de enchimento dos grãos, sendo que do grupo mais tardio (A) dos 44 materiais avaliados, 35 também compuseram o grupo de maior produtividade de grãos, com 80% de materiais coincidentes. Contudo, também pode ser interessante o uso de materiais mais precoces (grupo C) associados com melhores produtividades, neste caso, os genótipos 38, 49, 54 e 56, cuja identificação encontra-se na Tabela 1, devem ser observados com atenção.

Na produtividade de grãos o melhor material genético foi superior em 5,5% ao observado por Castro et al. (2014). Apesar de ser uma porcentagem baixa pode ser considerada interessante, pois em agricultura de grande escala esse valor é multiplicado por cada hectare adicionado à lavoura. Nessa característica foram formados dois grupos de classificação, com o grupo superior (A) contendo 44 genótipos, sendo 30 linhagens experimentais e 14 cultivares comerciais, destacando-se o fato das linhagens experimentais apresentarem desempenho superior

em relação às cultivares comerciais 1, 2, 5, 6, 12, 16, 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27, cuja identificação encontra-se na Tabela 1. A menor produtividade de grãos deste grupo com 2.810,50 kg ha<sup>-1</sup> foi superior ao valor de 2.700,00 kg ha<sup>-1</sup>, considerado valor ótimo (ou 45 sacas de 60 kg) de soja por hectare, pois, nesse nível de produtividade, segundo Oliveira et al. (2013), obtém-se o menor custo unitário por cada hectare de soja cultivado em região do Pará, no caso em Santarém e Belterra, cuja produtividade média foi em torno de 2.580,00 kg ha<sup>-1</sup>.

O conhecimento das associações, ou seja, as correlações entre atributos em programas de melhoramento, é de fundamental importância, uma vez que permite identificar atributos desejáveis que possam ser selecionados de forma indireta (Lima et al., 2018). A principal dúvida em experimentos são os limites a serem adotados nas classes de correlações, sendo estes geralmente subjetivos e flexíveis, conforme o contexto e o propósito da pesquisa. Dessa forma, optou-se por utilizar limites mais amplos. A escala adotada foi semelhante à citada por Santos (2010), considerando correlações entre 0 e 10% como baixas; 10 e 50% como médias baixas; 50 e 80% como médias altas e acima de 80% como altas.

Os coeficientes de correlações fenotípicas de Pearson foram estimados e apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que as correlações da produtividade de grãos foram médias baixas com números de dias para florescimento e maturidade; foi média alta com a altura, ou seja, existe a tendência de plantas com ciclos mais longos e mais altas produzirem mais. As demais correlações entre NDF, NDM e APM foram médias baixas, significando que estas características se comportaram de forma independente.

**Tabela 5.** Correlações fenotípicas de Pearson para quatro características<sup>a</sup> em cultivares e linhagens de soja avaliadas no Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá entre as safras de 2009 e 2013.

**Table 5.** Phenotypic correlations of Pearson to four characteristics<sup>a</sup> of commercial cultivars and experimental lineages from soybean evaluated in the Savannah Experimental Field of the Embrapa Amapá between the years 2009-2013.

	NDF	APM	PG
NDF	0,444**	0,251**	0,167**
NDM		0,350**	0,312**
APM			0,546**

<sup>a</sup> NDF: número de dias para florescimento; APM: altura da planta na maturidade (cm); NDM: número de dias para maturidade; PG: produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>).

<sup>a</sup> NDF: number of days to flowering; NDM: number of days to grain maturity; APM: plant height at maturity (cm); PG: grain yield (kg ha<sup>-1</sup>).

## 4 Conclusões

Houve presença de variabilidade disponível para a seleção de materiais genéticos superiores, contudo existiu, além dos efeitos genéticos, também efeitos de anos e da interação GxE, indicando que os materiais se comportaram de forma diferenciada entre si e entre as diferentes safras.

O coeficiente CV<sub>g</sub>/CV<sub>e</sub> indicou que haveria facilidade de seleção apenas com base na característica NDF e que nas

demais características torna-se necessário o uso de metodologias estatísticas mais apuradas.

A classificação de médias de Scott-Knott foi capaz de identificar os materiais genéticos superiores, sendo que das linhagens experimentais, as dez primeiras que se destacaram para produtividade de grãos foram: MABR03-3545, MABR05-22940, BRN03-5602, BRN03-7183, MABR05-24513, MABR04-52667, MABR05-24540, MABR02-1876, BRN03-5760, BR04-5290; e das cultivares comerciais foram: BRS Candeia, BRS Candeia VNH, BRS Seridó VNH, BRS 219. A correlação entre produtividade de grãos e altura de plantas foi maior entre as características avaliadas, indicando que ambas atuam de forma dependente uma da outra.

Nas demais correlações, que envolveram apenas número de dias para florescimento e dias para maturidade de grãos com altura de planta, os valores obtidos foram baixos e com isso essas características são praticamente independentes.

## Referências

- ALVES, L. W. R.; CASTRO, G. S. A. *Proposta de ocupação e uso agropecuário mais sustentável do cerrado amapaense: princípios, critérios e indicadores técnicos*. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 46 p.
- BÁRBARO, I. M.; DI MAURO, A. O.; CENTURIM, M. A. P. C.; MACHADO, P. C.; BÁRBARO JUNIOR, L. S. Análises genéticas em populações de soja resistentes ao cancro da haste e destinadas para áreas canavieiras. *Colloquium Agrariae*, v. 5, n. 1, p. 8-24, 2009. doi: 10.5747/ca.2009.v05.n1.
- BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; VAZ DE MELO, A.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v. 3, n. 2, p. 49-58, 2012.
- CASTRO, G. S. A.; ALVES, L. W. R. *Cerrado amapaense: estado da arte da produção de grãos*. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 82 p.
- CASTRO, G. S. A.; KOURI, J.; ALVES, L. W. R.; SILVA NETO, S. P. *Avaliação de cultivares de soja no Cerrado do estado do Amapá*. Macapá: Embrapa Amapá, 2014. 5 p.
- CHAGAS, K.; ALEXANDRE, R. S.; SCHMILDT, E. R.; BRUCKNER, C. H.; FALEIRO, F. G. Genetic diversity in genotypes of the sour passion fruit, based on the physical and chemical characteristics of the fruit. *Ciência Agronômica*, v. 47, n. 3, p. 524-531, 2016. doi: 10.5935/1806-6690.20160063.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/2018*, v. 5, n. 8. Brasília: Conab, 2018. v. 5, n. 8.
- 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*, v. 67, n. 1, p. 101-108, 2008. doi: 10.1590/S0006-87052008000100012.
- CRUZ, C. D. Genes software: extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. *Acta Scientiarum*, v. 38, n. 4, p. 547-552, 2016. doi: 10.4025/actasciagron.v38i4.32629.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: UFV, 2012. v. 1.

HAMAWAKI, O. T.; SOUSA, L. B.; ROMANATO, F. N.; NOGUEIRA, A. P. O.; SANTOS JÚNIOR, C. D.; POLIZEL, A. C. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. *Comunicata Scientiae*, v. 3, n. 2, p. 76-83, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Levantamento sistemático da produção agrícola*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. p. 73. v. 30, n. 12.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *BDMEP*: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa [2009-2013]. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 6 jun. 2018.

LEITE, W. S.; PAVAN, B. E.; MATOS FILHO, C. H. A.; FEITOS, F. S.; OLIVEIRA, C. B. Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres morfoagronômicos em genótipos de soja. *Nativa*, v. 3, n. 4, p. 241-245, 2015. doi: 10.14583/2318-7670.v03n04a03.

LIMA, M. D.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S. Correlações fenotípicas entre atributos químicos/físico-químicos e agrônômicos em soja visando a produção de biodiesel. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 60, n. 3, p. 263-267, 2018. doi: 10.4322/rca.2589.

MELÉM JÚNIOR, N. J.; FONSECA, I. C. B.; BRITO, O. R.; DECAËNS, T.; CARNEIRO, M. M.; MATOS, M. F. A.; GUEDES, M. C.; QUEIROZ, J. A. L.; BARROSO, K. O. Análise de componentes principais para avaliação de resultados analíticos da fertilidade de solos do Amapá. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, n. 3, p. 499-506, 2008.

MEZZALIRA, I. *Ganho genético para produtividade de grãos de soja na região central do Brasil*. 2017. 44 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

NOGUEIRA, A. P. O.; SEDIYAMA, T.; OLIVEIRA, R. C. T.; GLASENAPP, J. S. Caracteres qualitativos. In: SEDIYAMA, T. (Org.). *Melhoramento genético da soja*. Londrina: Mecenias, 2015. v. 1, p. 33-56.

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*, v. 43, n. 1, p. 23-31, 2013.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009. 451 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

SANTOS, C. *Estatística descritiva: manual de auto-aprendizagem*. Lisboa: Sílabo, 2010. 264 p.

SILVA, C. A. F. Corporação e agronegócio da soja na Amazônia. *Acta Geográfica*, v. 3, n. 3, p. 29-40, 2008. doi: 10.5654/acta.v2i3.186.

SUPERTI, E.; SILVA, G. V. Integração internacional e políticas públicas de defesa e segurança na fronteira setentrional amazônica: reflexões sobre a condição fronteiriça amapaense. *Intellecter*, v. 11, n. 22, p. 129-147, 2015.

TORRES, F. E.; SILVA, E. C.; TEODORO, P. E. Desempenho de genótipos de soja nas condições edafoclimáticas do ecótono Cerrado-Pantanal. *Interações*, v. 15, n. 1, p. 71-78, 2014.

VASCONCELOS, E. S.; 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*, v. 36, n. 3, p. 1203-1214, 2015. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1203.

---

**Contribuição dos autores:** Gilberto Ken-Iti Yokomizo realizou a concatenação das informações existentes na revisão bibliográfica, a análise dos dados, a interpretação dos resultados, a redação científica inicial e final do texto. Igor Correa dos Santos contribuiu com a coleta e digitalização dos dados, com a busca de artigos para revisão bibliográfica, apoio na discussão final e com as correções do texto.

**Agradecimentos:** A Claudeci Fernandes da Trindade, técnico da Embrapa Amapá, pela condução dos experimentos de soja no Campo Experimental do Cerrado.

**Fontes de financiamento:** Embrapa.

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.