

## **Eficiência Relativa do Delineamento de Blocos Incompletos em Experimentos de Sorgo Sacarino.**

**Patricia Cardoso Andrade<sup>(1)</sup>; José Airton Rodrigues Nunes<sup>(2)</sup>; Rafael Augusto da Costa Parrella<sup>(3)</sup>; Flávio Dessaune Tardin<sup>(4)</sup>; Everton Diel Souza<sup>(5)</sup>; Gabrielle Maria Monteiro Lombardi<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Mestranda do programa de pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; patty\_andrade26@yahoo.com.br; <sup>(2)</sup> Professor Adjunto do departamento de biologia; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; jarnunes@dbi.ufla.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador A da Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS); Sete Lagoas, MG; parrella@cnpmc.embrapa.br; <sup>(4)</sup> Pesquisador A da Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS); Sete Lagoas, MG; tardin@cnpmc.embrapa.br; <sup>(5)</sup> Pesquisador A da Embrapa Roraima (CPAFRR); Boa Vista, RR; everton.souza@cpafrr.embrapa.br; <sup>(6)</sup> Graduada de Agronomia; Universidade Federal de Lavras; Lavras, MG; gabriellelombardi@hotmail.com.

**RESUMO:** Este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência relativa (intra e interblocos) do delineamento de blocos incompletos em experimentos de sorgo sacarino. Foram considerados os dados da altura (ALT), florescimento (FLOR), produção de massa verde (PMV), teor de sólidos solúveis (BRX) e tonelada de brix por hectare (TBH) de experimentos conduzidos em látice quadrado triplo em cinco locais. Os valores da acurácia variaram de 61,55% (ALT) a 99,63% (FLOR), permitindo inferir que a precisão experimental foi moderada a muito alta. Observou-se eficiência no uso de delineamentos de blocos incompletos em comparação com blocos completos casualizados (ER > 105%). Os resultados permitem concluir que os DBI proporcionaram uma melhoria do controle ambiental, reforçando sua utilidade em programas de melhoramento de sorgo sacarino.

**Termos de indexação:** controle ambiental, látice, *Sorghum bicolor*.

### **INTRODUÇÃO**

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) é uma cultura bioenergética promissora para a produção de etanol, destacando-se pela sua produtividade de biomassa e acúmulo de açúcares (Regassa & Wortmann, 2014; Emygdio *et al.*, 2013). Além disso, com a crescente demanda por etanol, torna-se interessante a obtenção deste a partir de sorgo sacarino, especialmente, no período da entressafra da cana-de-açúcar, reduzindo os custos fixos das usinas no decorrer deste tempo (Barros *et al.*, 2013).

Neste tocante, se faz necessário a obtenção de cultivares de alto valor genético por meio das atividades dos programas de melhoramento genético. Para isso, os genótipos promissores são selecionados

e/ou avaliados em vários experimentos quanto aos principais caracteres de interesse, como produção de colmos por hectare e a qualidade e quantidade de açúcar presente no colmo (Borgonovi *et al.*, 1982; Souza *et al.*, 2012).

Estes caracteres-alvo de melhoramento em sorgo sacarino têm arquitetura genética complexa e, por conseguinte, sofrem pronunciado efeito ambiental, dificultando o reconhecimento dos genótipos superiores (Falconer & Mackay, 1996). Desta forma, se faz necessário o emprego de experimentação criteriosa que proporcione um controle ambiental efetivo, permitindo que o melhorista consiga discernir melhor acerca dos genótipos que associem os melhores valores genéticos por ocasião das etapas de seleção em programas de melhoramento.

Com base neste contexto, os delineamentos em blocos incompletos (DBI) têm sido fortemente empregados, especialmente, aqueles do tipo *resolvable design* (Ramalho *et al.*, 2012). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência relativa do DBI, nas duas nuances de análises intra e interblocos, em experimentos de sorgo sacarino.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados os dados de cinco experimentos conduzidos nos municípios de Boa Vista - RR (safra 2012), Janaúba - MG (safra 2011/2012), Lavras - MG (safra 2013/2014), Sete Lagoas - MG (safra 2011/2012) e Sinop - MT (safra 2011/2012). O delineamento experimental foi em látice quadrado triplo, sendo que em Lavras-MG foram testados 16

genótipos e nos demais foram avaliados 25 genótipos. A parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 5,0m de comprimento no espaçamento de 0,70m entre fileiras, com densidade de seis plantas por metro linear. As duas linhas centrais constituíram a área útil da parcela. A população adotada foi de 140.000 plantas/ha.

As características mensuradas foram altura da planta (ALT, m), número de dias para o florescimento (FLOR), produção de massa verde (PMV, t/ha), teor de sólidos totais solúveis (BRX, %caldo) e toneladas de brix por hectare (TBH). Os dados foram analisados por meio do programa SAS (SAS, 2012) utilizando-se o procedimento MIXED.

Foram realizadas as seguintes formas de análise de acordo com Ramalho *et al.* (2012): Análise intrablocos, assumindo-se os blocos dentro de repetições fixos; análise interblocos, assumindo-se os blocos dentro de repetições aleatórios; e a análise em blocos completos casualizados sob modelo fixo. Os genótipos foram assumidos fixos em todas as análises.

A partir das análises foi estimada a acurácia seletiva (Resende e Duarte, 2007), bem como foram calculadas as eficiências relativas (ER) entre as formas de análises a partir da razão dos erros-padrões da diferença entre as médias dos genótipos (Ramalho *et al.*, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas análises estatísticas verificou-se que houve significância ( $p < 0,01$ ) para o efeito de genótipos de sorgo sacarino, considerando-se as características que foram mensuradas, o que denota a existência de divergência genética e, conseqüentemente, a possibilidade de ganho seletivo.

Os valores das acurácias calculadas variaram entre 61,55% (ALT) a 99,63% (FLOR), o que segundo Resende & Duarte (2007) permite classificar a precisão experimental de moderada a muito alta (**Tabela 1**). A acurácia é um parâmetro que leva em conta a variação genética, além da variação ambiental. Com isso, valores elevados de acurácia sugerem maior confiabilidade na predição dos valores genéticos reais a partir das informações experimentais. Ademais se observa pela **Tabela 1** que os valores da acurácia, em geral, foram mais elevados quando da análise interblocos, caracterizando esta forma de análise como a mais vantajosa. Vale ressaltar que o simples fato de termos uma acurácia de maior magnitude não é suficiente para atestar a

melhoria com a forma de análise, sendo necessário agregar outros critérios de aferição de eficiência.

**Tabela 1.** Estimativas da acurácia (%) a partir das análises de blocos incompletos (intrabloco e interbloco) e de blocos completos casualizados (DBC), avaliados para cinco caracteres em experimento de sorgo sacarino.

Caracteres		Locais				
		Boa Vista	Janaúba	Lavras	Sete Lagoas	Sinop
Altura (m)	(intrabloco)	84,37	93,12	61,55	86,49	91,44
	(interbloco)	83,76	93,35	68,00	86,89	92,76
	DBC	72,53	92,58	68,00	83,70	92,76
Flor (dias)	(intrabloco)	70,53	99,62	86,82	92,76	97,93
	(interbloco)	73,85	99,63	86,57	93,57	98,20
	DBC	73,99	99,48	79,44	93,17	98,18
PMV (t/ha)	(intrabloco)	81,92	91,61	70,17	81,37	82,37
	(interbloco)	82,49	92,06	75,91	83,21	83,32
	DBC	78,91	91,15	75,91	82,62	81,72
Brix (%caldo)	(intrabloco)	96,42	97,87	84,17	92,67	96,98
	(interbloco)	96,85	98,04	86,57	93,67	97,36
	DBC	96,69	97,91	86,53	93,54	97,36
TBH (t/ha)	(intrabloco)	90,23	91,12	64,44	78,35	87,96
	(interbloco)	90,72	92,84	67,78	81,37	89,31
	DBC	88,14	92,91	67,78	81,92	89,19

Os coeficientes de variação ambientais (CVe%) podem ser considerados de magnitude razoável, com destaque negativo para os valores de CVe observados para PMV (DBC) em Boa Vista e TBH (DBC) em Boa Vista e Sinop. Em geral, as estimativas do CVe foram inferiores sob análise DBI interblocos, ratificando a melhoria no controle nas variações fenotípicas advindas da influência de fatores ambientais (**Tabela 2**).

**Tabela 2.** Estimativas dos coeficientes de variação ambientais (CV%) a partir das análises de blocos incompletos (intrabloco e interbloco) e de blocos completos casualizados (DBC), avaliados para cinco caracteres em experimento de sorgo sacarino.

Caracteres		Locais				
		Boa Vista	Janaúba	Lavras	Sete Lagoas	Sinop
Altura (m)	(intrabloco)	8,28	4,52	7,12	5,76	6,11
	(interbloco)	8,05	4,25	5,72	5,55	5,22
	DBC	9,56	4,38	5,72	6,17	5,22
Flor (dias)	(intrabloco)	8,39	0,82	5,04	4,40	1,58
	(interbloco)	7,65	0,79	4,85	4,20	1,45
	DBC	7,68	0,93	5,63	4,52	1,46
PMV (t/ha)	(intrabloco)	20,65	12,73	15,60	19,19	19,76
	(interbloco)	19,84	12,04	13,70	18,24	18,70
	DBC	21,90	12,59	13,70	19,32	19,59
BRX/%caldo	(intrabloco)	7,22	8,73	8,97	7,12	12,30
	(interbloco)	6,86	8,08	8,19	6,81	10,96
	DBC	7,27	8,33	8,31	7,35	10,96
TBH		22,01	23,85	19,95	20,81	31,30

(intrabloco)					
(interbloco)	21,39	21,69	17,62	20,03	28,72
DBC	25,20	21,75	17,63	22,25	28,91

**Tabela 3.** Eficiência relativa (%) para dois tipos de delineamentos experimentais (blocos incompletos – intrabloco e interbloco e blocos casualizados), avaliados para caracteres agrônômicos (Altura, Flor e PMV) e industriais (BRIX/%caldo e TBH) em experimento de sorgo sacarino.

Caracteres		Locais				
		Boa Vista	Janaúba	Lavras	Sete Lagoas	Sinop
Altura (m)	E.R. 1 (intrabloco)	133,36	93,60	63,91	114,77	73,06
	E.R. 2 (interbloco)	141,17	106,23	100,00	123,77	100,00
	E.R. 3 (intra vs. Inter)	105,86	113,49	156,47	107,83	136,87
Flor (dias)	E.R. 1 (intrabloco)	83,68	130,35	123,76	105,21	85,65
	E.R. 2 (interbloco)	100,69	138,20	134,13	115,42	101,47
	E.R. 3 (intra vs. Inter)	120,32	106,03	108,38	109,71	118,48
PMV (t/ha)	E.R. 1 (intrabloco)	112,47	97,86	76,34	101,30	98,31
	E.R. 2 (interbloco)	121,75	109,42	99,99	112,16	109,78
	E.R. 3 (intra vs. Inte)	108,25	111,82	130,99	110,72	111,66
BRIX /%caldo	E.R. 1 (intrabloco)	101,48	91,08	84,99	106,62	79,46
	E.R. 2 (interbloco)	112,32	106,27	102,64	116,64	100,00
	E.R. 3 (intra vs. Inter)	110,68	116,68	120,76	109,40	125,85
TBH	E.R. 1 (intrabloco)	131,07	83,14	77,38	114,32	85,36
	E.R. 2 (interbloco)	138,89	100,52	100,01	123,43	101,35
	E.R. 3 (intra vs. Inter)	105,96	120,90	129,24	107,97	118,73

No intuito de reforçar as comparações feitas entre as formas de análise, foram estimadas as eficiências relativas (ER) entre estas nuances de análises. Verificou-se que o DBI empregado (*i.e.* látice) se mostrou eficaz para quase todas as características em Boa Vista e Sete Lagoas, uma vez que promoveu uma redução importante na magnitude dos erros-padrões (**Tabela 3**). Bueno Filho & Venconvsky (2000) também observaram que com o uso do delineamento de blocos incompletos (látice) confrontando com o delineamento de blocos casualizados que a ER foi da ordem de 115 a 120%.

Um comparativo interessante consiste em avaliar a eficiência relativa entre as análises intra e interblocos. Pode-se evidenciar que quando houve eficiência do látice, em ambas as formas de análise (intra e inter), proporcionalmente a maior parte da recuperação de informação sobre os genótipos proveio da análise intrablocos. A redução proporcionada nos erros-padrões pela análise interblocos foi, aproximadamente, de 8%.

Ademais, ao se utilizar DBI do tipo *resolvable designs*, temos a oportunidade de proceder a análise, por simplicidade ou parcimônia do modelo estatístico, considerando o delineamento em blocos completos. Este último aspecto é interessante, pois o controle ambiental proporcionado pelo DBI impacta diretamente nos graus de liberdade do erro

experimental. Desse modo, o incremento na eficiência deve ser de tal magnitude que compense o ônus em graus de liberdade do erro.

Sumarizando o exposto, é recomendável o uso de delineamentos de blocos incompletos em experimentos de sorgo sacarino no intuito de contribuir para a melhoria da eficiência da seleção nos programas de melhoramento genético.

## CONCLUSÕES

O delineamento de blocos incompleto é eficiente em experimentos de sorgo sacarino. A recuperação de informação sobre o desempenho dos genótipos é predominantemente intrablocos. A análise interblocos proporciona uma melhoria adicional na precisão da comparação entre genótipos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Milho e Sorgo e a coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior – CAPES pela parceria, apoio na condução do projeto e concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, L. M.; EMYDIO, B. M.; FACHINELLO, P. H. K.; PARRELLA, R. A da C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino sob condição irrigada e não irrigada na safra 2012/13. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 58., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 1 CD-ROM.
- BORGONOV, R. A.; SANTOS, F. G.; SCHAFFERT, R. E. Estimativas da capacidade geral e específica de combinação e de correlações entre características agrônômicas de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 14., 1982, Florianópolis. **Resumos...** Florianópolis: EMPASC, 1982. p.131.
- BUENO FILHO, J. S. de S.; VENCOSKY, R. Alternativas de análise de ensaios em látice no melhoramento vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 35 n. 2, p. 259-269, fev. 2000.
- COSTA, N. H. de A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novos métodos de classificação de coeficientes de variação para cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 37, n. 3, p. 243-249, mar. 2002.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A.; ROSA, A. P. S. A. da; BARROS, L.; FACCHIELLO, P. H. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino para a produção de etanol em dois ambientes contrastantes – 2012/13. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE MILHO, 58., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE SORGO, 41., 2013, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. 1 CD-ROM.

FALCONER, D. S.; MACKAY T. F. C. **Introduction to quantitative genetics**. 4 ed. London: Longman Malaysia, 1996. 463 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2012. 328 p.

REGASSA, T. H.; WORTMANN, C. S. Sweet sorghum as a bioenergy crop: Literature review. **Biomass and Bioenergy**, v. 64, p. 348-355, 2014.

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

SAS Institute. **SAS System for Windows 9.3**. Cary, 2012.

SOUZA, V. F.; HATT, S.; PARRELLA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Estimativas de correlações fenotípicas e genotípicas entre parâmetros agroindustriais do sorgo sacarino. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos**: resumos expandidos. Campinas: Instituto Agrônomo; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. 1 CD-ROM.



# XXX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

*"Eficiência nas cadeias produtivas e o abastecimento global"*