

## Adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem por meio de diferentes metodologias na seleção de clones de *Pennisetum* spp.

Márcio V. da Cunha<sup>1</sup>, Mário de A. Lira<sup>2</sup>, Mércia V. F. dos Santos<sup>1</sup>,  
José C. B. Dubeux Júnior<sup>1</sup>, Alexandre C. L. de Mello<sup>1</sup> & Erinaldo V. de Freitas<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife-PE, Brasil. E-mail: marcio.vieira.cunha@gmail.com; mercia@dz.ufrpe.br; mello@dz.ufrpe.br; dubeux@dz.ufrpe.br

<sup>2</sup> Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, 1371, Bongoi, CEP 50761-000, Recife-PE, Brasil. Email: mario.lira@terra.com.br; erinaldo.freitas@ipa.br

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar diferentes metodologias de adaptabilidade e estabilidade e verificar se o uso conjunto dessas metodologias pode fornecer maior confiabilidade na seleção de clones de *Pennisetum* spp. para a produção de forragem. Foram avaliados oito clones de *Pennisetum* spp. (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27, Taiwan-146 2.114, Merker México MX 6.31, Mott, HV-241, Elefante B e IRI-381). As metodologias utilizadas para o estudo da adaptabilidade e estabilidade foram as de Eberhart e Russel, Wricke e Lin e Binns. O clone HV-241, apesar de apresentar adaptabilidade a ambientes favoráveis, foi o que apresentou menor estabilidade produtiva. Os clones de melhor desempenho foram o Taiwan A-146 2.37 e o Elefante B; no entanto, o primeiro é indicado para ambientes favoráveis e o último a ambientes desfavoráveis. A avaliação de clones de *Pennisetum* spp. por meio das diferentes metodologias de adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem permitiu maior caracterização do desempenho produtivo dos clones e pode fornecer maior segurança à seleção.

**Palavras-chave:** capim-elefante, correlação de Spearman, interação genótipo x ambiente, milheto

### *Adaptability and stability of the forage yield by different methods in the selection of *Pennisetum* spp. clones*

### ABSTRACT

The objective of this work was to study different adaptability and stability methodologies and verify that the joint use of these methodologies can provide greater reliability in the selection of *Pennisetum* sp. clones to the forage yield. It was evaluated eight *Pennisetum* spp. clones (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27, Taiwan-146 2,114, Merker Mexico MX 6.31, Mott, HV-241, and 'Elephante B' and IRI-381). The methods used to study the adaptability and stability were Eberhart and Russell, Wricke and Lin and Binns. The HV-241 clone, despite its adaptability to favorable environments, showed the lowest yield stability. The best performing were Taiwan A-146 2.37 and 'Elefante B' genotype, however, the former is suitable for favorable environments and the latter to unfavorable environments. The evaluation of *Pennisetum* spp. clones through different adaptability and stability methodologies to the forage yield allowed for greater characterization of productive performance of the clones and can provide greater reliability to the selection.

**Key words:** elephant grass, Spearman's correlation, genotype x ambient interaction, millet

## Introdução

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma planta forrageira bastante produtiva e se encontra distribuído pelos diferentes ecossistemas brasileiros, utilizado sob corte e pastejo. Programas de melhoramento genético têm procurado selecionar clones produtivos e que apresentem ampla adaptação às condições de cultivo (Pereira et al., 2001). A hibridação interespecífica do capim-elefante com o milho (*Pennisetum glaucum* L. R. Brown) tem sido uma das estratégias utilizadas para este propósito (Leão et al., 2012). Entretanto, muitas vezes esta seleção é prejudicada pela presença da interação genótipo x ambientes, resultando em comportamento distinto dos genótipos nos diferentes ambientes.

No melhoramento vegetal, os efeitos da interação do genótipo e o ambiente sobre a adaptabilidade e estabilidade são de grande importância, visto que cada cultivar possui uma capacidade inerente de responder às mudanças ambientais. Assim, dentre as estratégias usadas para desenvolver cultivares com baixos níveis de interação genótipo x ambiente, é a seleção de genótipos com alta adaptabilidade e estabilidade (Scapim et al., 2010).

Verma et al. (1978) definiram a adaptabilidade como a capacidade de os genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis mas com habilidade de responder à melhoria das condições ambientais. O termo estabilidade refere-se à habilidade de os genótipos se adaptarem às flutuações climáticas ou temporais em um mesmo local, ao longo das colheitas realizadas no ano (Vencovsky & Barriga, 1992). Desta forma, na seleção de clones de *Pennisetum* spp. é esperado que a produção de forragem seja a mais estável possível ao longo das colheitas, apesar da inerente estacionalidade temporal a que todas as plantas forrageiras estão sujeitas.

Muitos métodos são utilizados para avaliar a adaptabilidade e estabilidade, como apresentados por Cruz & Carneiro (2006). Alguns desses métodos são baseados em análise de regressão, outros o são na análise de variância. Existem também métodos baseados em análise não paramétrica, como o de Lin & Binns (1988).

Dentro dos programas de melhoramento de plantas forrageiras, uma característica que deve ser considerada é a estabilidade de produção dos genótipos, buscando-se selecionar materiais com melhor adaptação às diferentes condições ambientais. Genótipos com médias de produtividade mais elevadas nas diferentes colheitas e com menor queda durante os períodos de estresse ambientais devem ser identificados e selecionados para prosseguimento do melhoramento genético (Souza Sobrinho et al., 2011). Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar diferentes metodologias de adaptabilidade e estabilidade e verificar se o uso conjunto dessas metodologias pode fornecer maior confiabilidade na seleção de clones de *Pennisetum* spp. quanto à produção de forragem.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada no município

de Itambé-PE, Zona da Mata Seca do estado. A precipitação e a temperatura média anual no município de Itambé são de 1200 mm e de 25 °C, respectivamente (CPRH, 2003).

Foram avaliados oito genótipos de *Pennisetum* spp., dos quais sete são clones de capim-elefante, a saber: cinco de porte baixo (Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.27, Taiwan-146 2.114, Merker México MX 6.31 e Mott) e dois de porte alto (Elefante B, também conhecido como Mercker, e o IRI-381). Além dos clones de capim-elefante foi avaliado, ainda, um híbrido de capim-elefante com o milho (HV-241) de porte médio. Ressalta-se que os clones de capim-elefante de porte alto e o Mott são cultivares recomendadas, enquanto os demais clones, incluindo o híbrido, foram gerados pelo Programa de Melhoramento Genético do capim-elefante do IPA/UFRPE.

O solo da área experimental foi preparado mecanicamente, por meio de aração e gradagem. Os genótipos foram implantados em parcelas de área de 25 m<sup>2</sup> (5 x 5 m), com 9 m<sup>2</sup> (3 x 3 m) de área útil, em quatro blocos, devido à irregularidade do terreno. O plantio ocorreu em sulcos com espaçamento de 1,0 m, no dia 16 de julho de 2007. A análise química do solo na camada de 0 a 20 cm, apresentou os seguintes resultados: pH: 5,5 (água); P: 10,8 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich-1); K: 0,22 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca + Mg: 2,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC: 5,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica: 1,9% e saturação por bases: 46%. Por ocasião do plantio foram realizadas adubações potássica e fosfatada (80 kg de K<sub>2</sub>O e 120 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>, respectivamente), distribuídas uniformemente no sulco.

Foram realizados cinco cortes entre setembro de 2007 e maio de 2008, com intervalo entre 60 e 70 dias, rente ao solo. Por ocasião dos cortes, estimou-se a produção de forragem (kg de MS ha<sup>-1</sup>), considerando toda a biomassa aérea. A estimativa foi feita através da pesagem da forragem em três pontos de 0,5 m<sup>2</sup>, delimitados por uma armação de madeira, na área útil da parcela. Em seguida, amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 55°C para determinação da matéria seca, conforme metodologia de Silva & Queiroz (2002).

A análise de variância foi realizada considerando-se os tratamentos no esquema de parcela subdividida no tempo, sendo as parcelas representadas pelos clones e as subparcelas pelas colheitas. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott. Foi utilizado o seguinte modelo estatístico, de acordo com Ramalho et al. (2005):  $Y_{ijk} = \mu + B_j + P_i + \varepsilon_{ij} + S_k + \theta_{jk} + PS_{ik} + \delta_{ijk}$ , em que  $Y_{ijk}$ : valor da produção de matéria seca do clone  $i$  ( $i=1, 2, \dots, 8$ ), no corte  $j$  ( $j=1, \dots, 4$ ) e na repetição  $k$  ( $k=1, \dots, 4$ );  $\mu$ : média geral;  $B_j$ : efeito do bloco  $j$ ;  $P_i$ : efeito do clone  $i$ ;  $\varepsilon_{ij}$ : erro aleatório a;  $S_k$ : efeito do corte  $k$ ;  $\theta_{jk}$ : erro aleatório b;  $PS_{ik}$ : efeito da interação da clone  $i$  com o corte  $k$ ; e  $\delta_{ijk}$ : erro aleatório c.

Vale ressaltar que o modelo estatístico adotado foi escolhido em função de testar, por meio do erro aleatório b, a interação bloco x corte; isto foi necessário uma vez que, como não há casualização das épocas nos diferentes blocos, pode não haver, também, independência das medidas efetuadas ao longo do tempo.

Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade dos clones foram utilizados os seguintes métodos:

a) Wricke (1965) – estima o parâmetro de estabilidade ecovalência ( $W_i$ ), pela fórmula:

$$W_i = r \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..})^2$$

onde,  $Y_{ij}$  - média do clone  $i$  no corte  $j$ ;  $Y_i$  - média do clone  $i$ ;  $Y_j$  - média do corte  $j$ ;  $Y_{..}$  - média geral;  $n$  - número de cortes. Os clones com menores valores de  $W_i$  serão mais estáveis. O valor relativo de  $W_i$ , em porcentagem, representa a contribuição de cada clone para a interação genótipo x ambiente.

b) Eberhart & Russel (1966) – é baseado no modelo de regressão linear:  $Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{ii} I_j + \delta_{ij} + \epsilon_{ij}$ , em que  $Y_{ij}$  - média do clone  $i$  no corte  $j$ ;  $\beta_{oi}$  - média geral do clone  $i$ ;  $\beta_{ii}$  - coeficiente de regressão linear cuja estimativa representa a resposta do clone  $i$  à variação do corte  $j$ ;  $I_j$  - índice ambiental codificado;  $\delta_{ij}$  - desvios da regressão e  $\epsilon_{ij}$  - erro experimental médio. As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade são a média do clone ( $\beta_{oi}$ ) e o coeficiente de regressão linear ( $\beta_{ii}$ ). De acordo com esta metodologia, clones com  $\beta_{ii} = 1$  apresentam adaptabilidade geral, clones com  $\beta_{ii} > 1$ , adaptabilidade específica a ambientes favoráveis e aqueles com  $\beta_{ii} < 1$ , adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. A hipótese  $H_0: \beta_{ii} = 1$  foi avaliada pelo teste  $t$ .

O índice ambiental ( $I_j$ ) codificado é dado por:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

em que:  $g$  - número de clones;  $a$  - número de ambientes (cortes),  $Y_{ij}$  - total por ambiente (cortes) e  $Y_{..}$  - total geral.

O parâmetro de estabilidade  $S^2_d$  é estimado pela análise de variância, a partir do quadrado médio do desvio da regressão de cada clone (QMD<sub>i</sub>) e do quadrado médio do resíduo da análise de variância do experimento (QMR), em que  $S^2_d = (QMD_i - QMR)/r$ . Os clones com desvios de regressão não-significativos serão considerados estáveis e aqueles com desvios significativos, instáveis. Para testar a hipótese  $H_0: S^2_d = 0$  foi utilizada a estatística  $F = QMD_i/QMR$ . Para auxiliar na avaliação da estabilidade dos clones também foi levado em conta o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) da equação de regressão.

c) Lin & Binns (1988) – estima a adaptabilidade e estabilidade num único parâmetro, denominado  $P_i$ . O quadrado médio da distância entre a média do clone e a resposta média máxima para todos os cortes foi usado para estimar  $P_i$ . Uma vez que a resposta máxima esteja no limite superior em cada ambiente (corte), menor valor de  $P_i$  indicará clones mais adaptados e estáveis. Esta medida é dada por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

em que  $P_i$  - estimativa de adaptabilidade e estabilidade do clone  $i$ ;  $X_{ij}$  - produtividade do clone  $i$  no corte  $j$ ;  $M_j$  - resposta

máxima observada entre todos os clones no corte  $j$ ;  $n$  - número de cortes.

Para auxiliar na avaliação dos clones foi feita a correlação de Spearman ( $\rho$ ), considerando-se o ordenamento dos clones, de acordo com cada um dos parâmetros dos métodos de adaptabilidade e a estabilidade. Para efeito de ordenamento, adotaram-se os seguintes parâmetros: média, coeficiente de regressão de Eberhart e Russel ( $\beta_{ii}$ ), ecovalência de Wricke ( $W_i$ ), variância dos desvios da regressão ( $S^2_d$ ), o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e o parâmetro  $P_i$  de Lin e Binns. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2006).

## Resultados e Discussão

O efeito de clones sobre a produção de forragem não foi significativo ( $P > 0,05$ ), enquanto que houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos cortes sobre esta variável; contudo, a produção de forragem foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pela interação clones x cortes (Tabela 1).

**Tabela 1.** Análise de variância para produção de forragem em oito clones de *Pennisetum* spp. e cinco cortes na Zona da Mata Seca de Pernambuco

Fontes de variação	GL	Quadrados médios
Blocos	3	8546579,2
Clones (Clo)	7	9156012,3 <sup>NS</sup>
Erro a	21	4456719,4
Cortes (Co)	4	185282588,5*
Erro b	12	3671835,3
Interação (Clo x Co)	28	7543618,8*
Erro c	84	3116569,2
Média e coeficientes de variação (CV)		
Média (kg de MS/ha)	-	5236,4
CV(a), %	-	40,3
CV(b), %	-	36,6
CV(c), %	-	33,7

\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

<sup>NS</sup>: Não-significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

A existência da interação clones x cortes mostra que o comportamento relativo dos clones não foi o mesmo em todos os cortes (ambientes). Neste sentido, a identificação de clones cujo comportamento produtivo apresente superioridade em relação a outro e menor oscilação na produção de forragem nos cortes realizados ao longo do ano, assume grande importância. O fato do comportamento produtivo dos clones não ter sido o mesmo de um corte a outro, é comprovado diante do desdobramento da interação (Tabela 2).

No 1º corte o clone HV-241 apresentou maior produtividade que os demais clones; no 2º corte, os clones Taiwan A-146 2.114, HV-241 e IRI-381 se mostraram superiores; no 3º corte, o Taiwan A-146 2.37 e Elefante B apresentaram maior produção de forragem que os demais clones; no 4º e 5º cortes não houve diferença entre os clones (Tabela 2).

Por outro lado, a produção de forragem no decorrer dos cortes foi, de maneira geral, inferior no 4º corte quando comparada com os demais cortes, porém alguns genótipos apresentaram diminuição da produção já no 3º corte como, por exemplo, o Taiwan A-146 2.114 e o HV-241. O índice ambiental nos 4º e 5º corte apresentou magnitude negativa,

**Tabela 2.** Produção de forragem (kg de MS ha<sup>-1</sup>), índice ambiental e precipitação\* por corte em oito clones de *Pennisetum* spp. na Zona da Mata Seca de Pernambuco

Clones	Cortes				
	1°	2°	3°	4°	5°
	(kg de MS ha <sup>-1</sup> 60 dias <sup>-1</sup> )				
Taiwan A -146 2.37	7759,2 Bb	6478,7 Cb	9348,0 Aa	1447,5 Ea	4090,1 Da
Taiwan A -146 2.27	6659,4 Ab	5988,6 Bb	4712,1 Cb	1401,4 Ea	3775,0 Da
Taiwan A -146 2.114	6582,9 Bb	8328,6 Aa	3545,5 Db	1351,7 Ea	4865,0 Ca
Mercker MX 6.31	6764,3 Ab	6450,3 Bb	4840,7 Cb	1227,7 Ea	4292,6 Da
HV-241	10968,6 Aa	8702,1 Ba	6530,2 Cb	1292,4 Ea	4052,3 Da
Mott	5833,3 Bb	5913,3 Ab	4923,5 Cb	1192,8 Ea	4532,5 Da
Elefante B	6592,1 Cb	6635,3 Bb	8224,4 Aa	1575,5 Ea	4166,1 Da
IRI-381	4877,8 Db	8703,8 Aa	6433,5 Cb	1095,3 Ea	7302,3 Ba
Médias	7004,7	7150,1	6069,7	1323,0	4634,5
Índice ambiental (I <sub>i</sub> )	1768,3	1913,7	833,3	-3913,4	-601,9
Precipitação** (mm)	347,0	134,0	165,0	83,0	184

Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, constituem grupo estatisticamente homogêneo ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Scott-Knott.

\*Corte realizado entre 60 e 70 dias de rebrotação.

\*\*A precipitação corresponde à soma das precipitações diárias ocorridas durante o período de crescimento dos clones, em cada corte.

indicação de ambiente desfavorável à produtividade; no 4º corte possivelmente a menor precipitação ocorrida no período, pode ter contribuído para o índice ambiental negativo, enquanto no 5º corte, embora a precipitação tenha sido maior, os genótipos foram bastante afetados por helmintosporiose, o que pode ter contribuído com a menor de produção de forragem e índice ambiental negativo (Tabela 2).

Desta forma, a grande oscilação apresentada pelos genótipos ao longo das colheitas influenciou a interação clone x corte e, assim, o estudo desta interação por meio das metodologias de adaptabilidade e estabilidade deverá contribuir para uma análise mais detalhada do comportamento dos clones. Neste sentido e pela metodologia de Eberhart & Russell (Tabela 3), verificou-se que todos os clones, exceto o HV-241, apresentaram ampla adaptabilidade haja vista que o parâmetro  $\beta_{11}$  foi não significativo pelo teste t, ou seja,  $\beta_{11} = 1$ . O clone HV-241 apresentou  $\beta_{11} > 1$  e, portanto, mostrou-se mais adaptado a ambientes favoráveis.

Quatro clones (Taiwan A-146 2.37, HV-241, Elefante B e IRI-381) apresentaram produção de forragem média superior, que a média geral, que foi de 5236,4 kg de MS ha<sup>-1</sup> 60 dias<sup>-1</sup>. Desses três clones, apenas o Elefante B se mostrou estável, ou seja, com boa previsibilidade produtiva ( $S^2_d = 0$ , pelo teste F). Outro clone que apresentou baixa estabilidade foi o Taiwan A-146 2.114; o cultivar Mott mostrou ampla adaptabilidade e boa previsibilidade (Tabela 3).

É importante destacar que dentre os clones que apresentaram baixa estabilidade, o Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.114 e IRI-381 tiveram os menores  $r^2$  (coeficientes de

determinação); contudo, o genótipo HV-241, apesar da baixa estabilidade, apresentou  $r^2$  de alta magnitude.

Considerando o conceito de estabilidade preconizado pela metodologia da ecovalência, dada pelo parâmetro  $W_i$  admite-se, como genótipo mais estável, o clone Mercker MX 6.31, que contribuiu com apenas 1,6% para a interação. Outros dois clones também tiveram baixa participação na interação, o Taiwan A-146 2.27 e o cultivar Mott. Os clones HV-241 e IRI-381 foram os que apresentaram maiores participações na interação ( $W_i > 20\%$ ) e podem ser classificados como de baixa estabilidade. Este resultado está em consonância com aquele obtido pela metodologia de Eberhart & Russell e também é confirmado pela alta e significativa correlação entre o  $r^2$  e o parâmetro  $W_i$  (Tabela 4).

Souza et al. (2006) comentaram que apesar da facilidade de interpretação do método de Wricke, não há possibilidade de se saber, por exemplo, se dois genótipos com a mesma ecovalência têm o mesmo padrão de comportamento ao longo dos ambientes.

Pelo método de Lin & Binns (Tabela 3), os clones HV-241 e o Taiwan A-146 2.37, seguidos do Elefante B, apresentaram baixos valores de  $P_i$ , o que os classifica como materiais com ampla adaptação ambiental. Convém observar que esses três clones também foram os mais produtivos (Tabela 2) pois, quanto menor o  $P_i$ , menor também será o desvio em torno da produtividade máxima de cada ambiente.

O valor de  $P_i$  pode ser dividido numa parte atribuída ao desvio genético em relação ao máximo (soma de quadrados de genótipos) e noutra correspondente à interação genótipo

**Tabela 3.** Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade determinados por diferentes métodos para produção de forragem (kg de MS ha<sup>-1</sup> 60 dias<sup>-1</sup>) em clones de *Pennisetum* spp. na Zona da Mata Seca de Pernambuco

Clones	Eberhart & Russell			$r^2$	Wricke	Lin & Binns	
	Média	$\beta_{11}$	$S^2_d/1000$		$W_i$	$P_i/1000$	%G <sup>+</sup>
Taiwan A -146 2.37	5824,7	1,1 <sup>NS</sup>	2432,6*	74,1	19,6	2558,6	60,2
Taiwan A -146 2.27	4507,3	0,8 <sup>NS</sup>	-654,7 <sup>NS</sup>	95,4	2,6	5990,6	78,8
Taiwan A -146 2.114	4934,7	1,0 <sup>NS</sup>	1584,3*	74,1	14,3	5903,4	59,2
Mercker MX 6.31	4715,1	0,9 <sup>NS</sup>	-713,1 <sup>NS</sup>	96,9	1,6	5225,0	78,5
HV-241	6309,1	1,5*	1699,5*	86,4	24,5	1858,3	43,4
Mott	4479,1	0,8 <sup>NS</sup>	-794,2 <sup>NS</sup>	97,5	2,6	6155,3	78,1
Elefante B	5438,7	1,0 <sup>NS</sup>	795,2 <sup>NS</sup>	81,0	9,8	3453,1	66,4
IRI-381	5682,5	0,9 <sup>NS</sup>	3476,1**	61,2	25,1	4582,3	39,3

<sup>NS</sup>: Não significativo a 5% de probabilidade.

\* e \*\* Significativo em nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste t ( $H_0: \beta_{11} = 1,0$ ) e pelo teste F ( $H_0: S^2_d = 0$ ).

\*Porcentagem atribuída aos desvios genéticos.

**Tabela 4.** Correlações de Spearman entre os parâmetros de estabilidade e adaptabilidade dos diferentes métodos utilizados

Variáveis	$\beta_{1i}$	$S^2_d$	$r^2$	$W_i$	$P_i$
Média	0,8333*	0,8571*	-0,6190	0,8333*	-0,9524*
$\beta_{1i}$		0,5714	-0,4286	0,5238	-0,8333*
$S^2_d$			-0,8810*	0,9524*	-0,6905
$r^2$				-0,8095*	0,4286
$W_i$					-0,6429

\*significativo pelo teste t a 5% de probabilidade.

x ambiente. Assim, busca-se menor  $P_i$ , com maior parte atribuída ao desvio genético. Neste sentido, o HV-241, o Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.114 e o IRI-381 apresentaram menor contribuição genética aos valores de  $P_i$ , o que indica forte influência ambiental sobre a estimativa  $P_i$  e impõe certa restrição sobre sua recomendação devido à baixa previsibilidade. Ressalta-se que esses resultados estão coerentes com o método de Eberhart e Russell no que se refere aos baixos  $r^2$  (< 80%) e ao valor de  $W_i$ ; no entanto, não houve correlação entre esses parâmetros com o  $P_i$  (Tabela 4).

Segundo Cruz et al. (2006), o parâmetro  $P_i$  quantifica a adaptabilidade da mesma forma que o método de Eberhart e Russell. Conforme Vilhegas et al. (2001), em razão da estatística deste método ser o quadrado médio da distância em relação à resposta máxima em cada ambiente, ela tem a propriedade de variância e assim pondera, de maneira eficiente, os desvios do comportamento dos cultivares ao longo dos ambientes, ou seja, considera também a estabilidade de comportamento. Neste sentido, no presente trabalho a correlação entre os valores máximos de cada cultivar em cada ambiente de corte e o índice ambiental ( $I_j$ ) foi de 0,9633 e o coeficiente de regressão igual a 1, o que torna válida a interpretação dos valores de  $P_i$  obtidos como medida de adaptabilidade e de estabilidade de comportamento.

Verifica-se correlação positiva de alta magnitude entre a média de produtividade de forragem e os parâmetros  $\beta_{1i}$  e  $W_i$ , e correlação negativa entre a média e  $P_i$  (Tabela 4). Neste sentido e pelo método de Lin e Binns, os clones HV-241 e o Taiwan A-146 2.37 foram classificados os mais produtivos, com ampla adaptação e estáveis. Porém, pelo método de Eberhart e Russell e de Wricke, esses clones foram classificados como de baixa estabilidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Abbott et al. (2012), que estudaram métodos de adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem de genótipos de *Bromus catharticus* Vahl e verificaram concordância entre os métodos de Eberhart e Russell e de Wricke mas ambos foram diferentes do método de Lin e Binns.

Segundo Ferreira et al. (2004), a discordância entre os métodos Eberhart e Russell e o de Lin e Binns se deve ao conceito de adaptabilidade das duas metodologias: o primeiro se baseia em um coeficiente de regressão linear da produção do clone em função do índice ambiental, enquanto que o segundo consiste em uma comparação com a maior média em cada ambiente. De acordo com esta última metodologia, os clones cuja expressão do caráter, em cada ambiente, estiverem mais próximas da máxima expressão obtida em cada corte, obterá um  $P_i$  de baixa magnitude, sendo considerado de alta estabilidade e adaptabilidade.

Verifica-se, para os clones Taiwan A-146 2.37, Taiwan A-146 2.114 e IRI-381, que o modelo de Eberhart e Russell não é o mais indicado dado o baixo valor do  $r^2$ . O HV-241 pode ser considerado como o de menor estabilidade, pois apresentou  $S^2_d \neq 0$ , alto  $r^2$  e baixa porcentagem atribuída aos desvios genéticos pelo método de Lin e Binns.

De maneira geral, o clone HV-241, que é um híbrido do capim-elefante com o milheto, apesar de apresentar adaptabilidade a ambientes favoráveis, foi o que apresentou menor estabilidade produtiva. Os clones que apresentaram melhores desempenhos quanto à adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem, foram o Taiwan A-146 2.37 e o Elefante B. No entanto, o primeiro é indicado para ambientes favoráveis e o último a ambientes desfavoráveis. Vale ressaltar, entretanto, que apesar da discriminação dos diferentes métodos a respeito da adaptabilidade e estabilidade dos clones de *Pennisetum* spp. estudados, mais observações são necessárias para recomendação definitiva dos clones na Zona da Mata de Pernambuco.

## Conclusões

A utilização de diferentes metodologias de adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem de clones de *Pennisetum* spp. permite melhor caracterização do desempenho produtivo ao longo dos cortes e pode fornecer maior segurança à seleção.

## Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão de Bolsa de Produtividade em Pesquisa aos autores Márcio Vieira da Cunha, Mário de Andrade Lira, Mércia Virginia Ferreira dos Santos, Alexandre Carneiro Leão de Mello e José Carlos Batista Dubeux Júnior.

## Literatura Citada

- Abbott, L.; Filippini, S.; Delfino, H.; Pistorale, S. Stability analysis of forage production in *Bromus catharticus* (prairie grass) using three methodologies. *Ciencia e Investigación Agraria*, v.39, n.2, p.331-338, 2012. <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-16202012000200009>>.
- Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH. Diagnóstico socioambiental do Litoral Norte de Pernambuco. Recife: CPRH, 2003. 214p.
- Cruz, C. D. Programa Genes: Biometria, Viçosa: UFV, 2006. 382p.
- Cruz, C. D.; Carneiro, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético, 2.ed. Viçosa: UFV, 2006. v.2. 585p.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 2006. v.1. 480p.
- Eberhart, S. A.; Russel, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.1, n.5, p.36-40, 1966. <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X00060010011x>>.

- Ferreira, R. de P.; Botrel, M. de A.; Ruggieri, A. C.; Pereira, A. V.; Coelho, A. D. F.; Léo, F. J. da S.; Cruz, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte. *Ciência Rural*, v.34, n.1 p.265-269, 2004. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782004000100041>>.
- Leão, F. F.; Cancellier, L. L.; Pereira, A. V.; Ledo, F. J. da S.; Affêri, F. S. Produção forrageira e composição bromatológica de combinações genômicas de capim-elefante e milheto. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, n.2, p.368-375, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000200021>>.
- Lin, C. S.; Binns, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, v.68, n.1, p.193-198, 1988. <<http://dx.doi.org/10.4141/cjps88-018>>.
- Pereira, A. V.; Valle, C. B.; Ferreira, R. de P.; Miles, J. W. Melhoramento de forrageiras tropicais. In: Nass, L. L.; Valois, A. C. C.; Melo, I. S.; Valadares-Ingles, M. C. (Eds.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2001. p.549-602.
- Ramalho, M. A. P.; Ferreira, D. F.; Oliveira, A. C. Experimentação em genética e melhoramento de plantas. 2. Ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.
- Scapim, C. A.; Pacheco, C. A. P.; Amaral Júnior, A. T. do; Vieira, R. A.; Pinto, R. J. B.; Conrado, T. V. Correlations between the stability and adaptability statistics of popcorn cultivars. *Euphytica*, v.174, n.2, p.209-218, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10681-010-0118-y>>.
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos, 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235p.
- Souza Sobrinho, F.; Ledo, F. J. da S.; Kopp, M. M. Estacionalidade e estabilidade de produção de forragem de progênies de *Brachiaria ruziziensis*. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n.4, p.685-691, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000400006>>.
- Souza, A. A.; Freire, E. C.; Bruno, R. de L. A.; Carvalho, L. P.; Silva Filho, J. L. da; Pereira, W. E. Estabilidade e adaptabilidade do algodoeiro herbáceo no Cerrado do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.7, p.1125-1131, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000700008>>.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. Associação entre caracteres. In: Vencovsky, R.; Barriga, P. (Eds.). Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. p. 335-486.
- Verma, M. M.; Chahal, G. S.; Murty, B. R. Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. *Theoretical and Applied Genetics*, v.53, n.2, p.89-91, 1978. <<http://dx.doi.org/10.1007/BF00817837>>.
- Vilhegas, A. C. G.; Vidigal Filho, P. S.; Scapim, C. A.; Gonçalves-Vidigal, M. C.; Braccini, A. de L. e; Sagrilo, E. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de safrinha no Noroeste do Paraná. *Bragantia*, v. 60, n. 1, 2001. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052001000100006>>.
- Wricke, G. Zur Berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung*, v.52, n.2, p.127-138, 1965.