

DETERMINAÇÃO DA MELHOR ÉPOCA DE AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO INICIAL DAS PLANTAS NO CAPIM ANDROPOGON E SUA IMPLICA- ÇÃO NO MELHORAMENTO GENÉTICO¹

LUIZ ALBERTO ROCHA BATISTA², RODOLFO GODOY²

RESUMO - Foram avaliadas progênes meias-irmãs de uma população de *Andropogon gayanus* Kunth, em diferentes épocas, para a característica de desenvolvimento inicial das plantas. A finalidade deste trabalho foi detectar o efeito das épocas sobre as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, a fim de melhorar a eficiência do processo de seleção intrapopulacional dessa forrageira. O teste de progênes foi realizado em blocos ao acaso, com duas repetições. As avaliações foram feitas, por meio de escala de notas, aos 6, 12, 21, 33 e 47 dias após o plantio. Os resultados das análises, por época, indicaram a presença de variabilidade genética significativa entre as médias obtidas das progênes. A análise conjunta para época de avaliação apresentou

variação significativa para o efeito de época e não-significativa para o efeito de época x progênie. Com base nas estimativas dos parâmetros genéticos, fenotípicos e na relação entre ambos, o período de avaliação de 12 a 21 dias, após o plantio, foi considerado o melhor para a seleção intrapopulacional, para a característica desenvolvimento inicial das plantas. As equações de regressão, obtidas entre as épocas de avaliação, e as estimativas dentro de cada época, para os parâmetros variação genética (σ_p^2) e ganho esperado na seleção entre famílias de meias-irmãs, em relação à população original (Ge%), determinaram que valores máximos para tais parâmetros podem ser obtidos no décimo nono dia após o plantio.

Palavras-chave: capim andropogon, efeito ambiental, época de avaliação, forrageiras, melhoramento genético

DETERMINATION OF THE BEST PERIOD FOR EVALUATION OF INITIAL PLANT DEVELOPMENT IN ANDROPOGON GRASS AND ITS IMPLICATION IN PLANT BREEDING

ABSTRACT - Half-sib progenies of an *Andropogon gayanus* Kunth population were evaluated at different periods for initial plant development traits. The objective was to detect the effect of period on the estimates of genetic and phenotypic parameters and to improve the efficiency of intrapopulation selection of this grass. Progeny testing was performed on randomized blocks with two replications. Evaluations were performed by means of a grading scale at 6, 12, 21, 33, and 47 days after planting. The results of analyses, based on evaluation periods, indicated significant genetic variability among the averages obtained for the progenies. The combined analysis for the evaluation period showed a significant effect for period, but not for evaluation of period x progeny. Based upon the estimates of the genetic and phenotypic parameters and the relationship between them, the evaluation period from 12 to 21 days after planting was considered the best period for intrapopulation selection for initial development. Regression equations, obtained between periods of evaluation and the estimates within each period, for the genetic variations ($\sigma^2_{g_i}$) and

expected gain selection between half-sib families in relation to the original population ($Ge\%$) determined that maximum values for such parameters can be obtained at 19 days after planting.

Key Words: *andropogon grass*, environmental effects, period of evaluation, forage crops, genetic improvement

INTRODUÇÃO

O fenótipo de uma planta é resultado de seu conjunto genético e da ação do ambiente em que este se desenvolve, bem como de suas interações.

No sentido amplo, entendemos por ambiente todos os fatores intra e extracelulares na expressão do genótipo (BREWBAKER, 1965). As condições ambientais que contribuem para as interações com o genótipo podem ser agrupados, segundo ALLARD E BRADSHAW (1964), em duas categorias, a saber: as previsíveis e as imprevisíveis. À primeira, incluem-se variações de ambiente que ocorrem de região para região, dentro da área de distribuição da cultura, como: clima, solo, duração do dia, práticas culturais, época de semeadura, adubação e outras. As variações imprevisíveis compreendem, por exemplo, tanto as condições climáticas, no âmbito de uma mesma região, quanto a quantidade e distribuição de chuva, as oscilações de temperatura e outras que não podemos prever com segurança (PORCEDDU, 1970).

Alterações na expressão fenotípica, em função dos efeitos ambientais, têm sido destacadas em trabalhos envol-

vendo diversas culturas de interesse comercial, como o milho (SOUZA et al., 1991). As espécies forrageiras têm demonstrado ser altamente influenciadas pelo ambiente, como *Bromus inermis* Leyss (NEWELL e KEIM, 1943; NEWELL, 1951), *Paspalum* (BENNETT, 1959), cevada (FINLAY e WILKINSON, 1963), *Nicotiana rustica* (BREESE, 1969), *Lolium multiflorum* (SEDCOLE e CLEMENTS, 1973) e *Panicum maximum* Jacq. (USBERTI e JAIN, 1978). McMILLAN (1956) estudou a variação no florescimento da espécie *Andropogon scoparius* em clones, representando cinco regiões de Nebraska, visando determinar as diferenças entre os clones procedentes da região Oeste em relação aos da região Leste. BOWDEN (1964) estudou a distribuição geográfica e os limites climáticos de adaptação de *Andropogon gayanus*, obtendo respostas diferenciadas aos fatores ambientais. Efeitos semelhantes também foram relatados por FOSTER (1962) e TOMPSETT (1976); contudo, MILES e GROF (1990), em sua revisão, concluem que nos estudos observados, para várias características do capim *Andropogon gayanus*, a variação foi predominantemente genética. Entretanto, tanto a herdabilidade, quanto o ganho genético são dependentes dos componentes das variações ambientais e suas interações, tornando-se um problema fundamental para o progresso da seleção (JOHNSON et al., 1955; COMSTOCK e MOLL, 1963).

Este trabalho teve como objetivo determinar a melhor época de se realizar a seleção fenotípica do desen-

volvimento inicial das plantas do capim *Andropogon gayanus* Kunth em progênies meias-irmãs, por meio de escala de notas, com vistas a maximizar o ganho esperado pela seleção intrapopulacional.

MATERIAL E MÉTODOS

Progênies meias-irmãs foram obtidas do ecótipo de *Andropogon gayanus* Kunth, proveniente da Nigéria e introduzido no Brasil pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, via Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, (código: CIAT 621), recebendo o código BRA-000019.

As sementes foram obtidas de plantas individuais, sendo a avaliação das famílias realizada em delineamento experimental de blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas experimentais foram constituídas por uma linha de 6 metros de comprimento, com um número médio de 100 plantas por parcela.

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste (CPPSE-EMBRAPA), localizado no município de São Carlos, SP, em Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico-álico, sem adubação.

O plantio do teste de progênies foi realizado em 08.06.1985 e as progênies avaliadas para a característica desenvolvimento inicial das plantas, aos 6, 12, 21, 33 e 47 dias após o plantio (DAP), por meio da seguinte escala de notas: 0 - sem planta estabelecida; 1 - estande reduzido, com plântulas anormais; 2 - estande reduzido, com plântulas normais; 3 - estande regular, com

plântulas normais; 4 - estande regular, com plântulas vigorosas e 5 - estande ideal, com plântulas vigorosas. Entende-se por estande reduzido aquelas parcelas que tiveram percentual menor que 50% de ocupação; estande regular, aquelas parcelas com taxa de ocupação entre 50 a 75% e estande ideal, aquelas parcelas com taxa de ocupação superior a 75%. Plantas anormais são plantas que apresentavam sintomas de murchamento causadas por fungos de "damping-off" de pós-emergência, amareladas, retorcidas ou albinas; plantas normais são aquelas que apresentavam desenvolvimento dentro da média da população e plantas vigorosas, aquelas com desenvolvimento acima da média da população.

As análises de variância foram realizadas, em nível de média de parcelas, de acordo com a metodologia citada por VENCOVSKY (1969) e STEEL e TORRIE (1980), empregando-se os seguintes modelos:

a) Análise individual por época de avaliação:

$$y_{ij} = \mu + b_j + p_i + e_{ij},$$

em que

y_{ij} = observação realizada na progênie i, da repetição j;

μ = média geral do caráter avaliado;

b_j = efeito da repetição j (j = 1 e 2);
 p_i = efeito aleatório de progênie i (i = 1, 2, ..., 26); e

e_{ij} = efeito da progênie i na repetição j = erro experimental.

b) Análise conjunta para épocas de avaliação - "Split-block":

$$y_{ijk} = \mu + b_j + p_i + k_{ij} + t_k + x_{jk} + (pt)_{ik} + e_{ijk}$$

em que

y_{ijk} = efeito da observação no j-ésimo bloco, de um delineamento de blocos ao acaso;

μ = efeito da média geral de caráter desenvolvimento inicial das plântulas;

b_j = efeito aleatório do bloco j;

p_i = efeito aleatório da progênie i;

k_{ij} = erro associado à observação da progênie i no bloco j;

t_k = efeito fixo da época k;

x_{jk} = erro associado à observação do bloco j na época k;

$(pt)_{ik}$ = efeito da interação entre a progênie i, na época k; e

$e_{(ijk)}$ = efeito ambiental da parcela ij, na época k = erro experimental.

As notas de avaliação foram transformadas para $x = \sqrt{\text{nota} + 0,5}$, obtendo-se as somas de quadrados e quadrados médios para repetições, progênies, épocas, interação progênies x épocas e erro ambiental, segundo delineamento "split-blok", citado por STEEL e TORRIE (1980).

Conjuntamente com as progênies, foram avaliadas parcelas com plantas da população original - testemunhas, as quais não participaram das análises de variância.

As estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, para cada época, foram obtidas segundo as expressões descritas em VENCOVSKY e BARRIGA (1992).

01. Coeficiente de variação genética (CVg): $CVg \% = (\hat{\sigma}_p / \bar{P}') \times 100$; em

que $\bar{P}'$ é a média das progênies

$$\bar{P}' = \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) / n, \text{ com: } x = \text{nota de avaliação}$$

obtida das progênies em n observações.

02. Variância genética entre progênies meias-irmãs ($\hat{\sigma}_p^2$): $\sigma_p^2 = (Q_p - Q_e)/r$;

03. Coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, em nível médio de família ($\hat{h}_m^2$):

$$h_m^2 = (1/4 \sigma_A^2) / (\sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r) = \sigma_p^2 / \sigma_F^2$$

04. Ganho esperado na seleção entre famílias de meias-irmãs, em percentual médio em relação à testemunha (Ge%): $e\% = (Ge / T') \times 100$, em que Ge é o ganho esperado devido à seleção entre progênies meias-irmãs (Ge), tendo sido selecionadas 27% das famílias avaliadas, portanto, com o coeficiente $K = 1,1843$ (FISHER e YATES, 1971 e VENCOVSKY, 1987), em ambos os sexos,

$$e = K \frac{1/4 \sigma_A^2}{(\sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r)}$$

05. Variação fenotípica entre médias de famílias ($\hat{\sigma}_F^2$): $\sigma_F^2 = \sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r$;

06. Variação ambiental (σ_e^2): $\sigma_e^2 = Q_e$;

07. Relação entre os coeficientes de variação genética e experimental (b): $b = CVg / CVex$;

em que $CVex$ é o coeficiente de variação experimental: $CVex \% =$

$$(\hat{\sigma}_e / \bar{P}') \times 100$$

08. Relação entre as variações genética e ambiental (v): $V = \sigma_p^2 / \sigma_e^2$.

As análises de regressão, para cada estimativa, em função das épocas de avaliação, foram realizadas pelo SAS, procedimento GLM, em que época de

avaliação foi considerada como variável independente (x) e parâmetros como variável dependente (y). A escolha do grau da equação de regressão foi feita pela minimização do quadrado médio do resíduo (STEEL e TORRIE, 1980).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos quadrados médios (Quadro 1), para progênies, mostraram diferenças significativas ($P < 0,01$) para as épocas 6, 12, 21 e 33 dias após o plantio (DAP). Os valores dos coeficientes de variação experimental (CV) (Quadro 1) foram ascendentes em função das épocas de avaliação. Contudo, esses valores não apresentaram ponto de deflexão, pois as médias das notas de avaliação das progênies, em função da época (Quadro 1), foram descendentes, sendo a maior (1,9) obtida na primeira época (6 DAP) e a menor (1,62), na última (47 DAP). As avaliações obtidas por escala de notas caracterizam o aspecto fenotípico de um conjunto de fatores, que condicionam o desenvolvimento fisiológico em um grupo de plantas (progênie). Seu maior valor e, experimentalmente mais uniforme, obtido no início do desenvolvimento (6 DAP), demonstra que os primeiros efeitos do desenvolvimento inicial das plantas são devidos, principalmente, às reservas das sementes, o que concorda com os resultados obtidos por ROGLER (1954), em gramíneas forrageiras, TOSSELL (1960) e ROBISON e THOMAS (1963), em *Bromus inermis*, e ROSS e HARPER (1972), estudando o espaço de ocupação biológica durante o estabeleci-

QUADRO 1 - Estimativas dos quadrados médios (QM), esperanças matemática (EQM), coeficientes de variação (CV) e médias, para épocas de avaliação (DAP), no caráter desenvolvimento inicial das plantas do capim *Andropogon gayanus*

Fontes de variação		DAP		E(MS)		E(QM)		CV		Médias	
GL	DF	QM	MS	Replicações	Progenies	Resíduo	Total	Replicações	Progenies	Resíduo	Total
1	1	0,1958*	0,0701 NS	0,0001 NS	0,0032 NS	0,0207 NS	47 DAP	$\sigma_e^2 + \sigma_e^2$	0,1380 NS	0,0871 NS	18,17
25	25	0,1372**	0,1657**	0,1890**	0,1596**	0,0743	33 DAP	$\sigma_e^2 + \sigma_e^2$	0,1380 NS	0,0871 NS	18,17
25	25	0,0358	0,0339	0,0424	0,0743	0,0743	16,40				1,66
4	4	0,8578**	0,2127 NS	0,1227 NS	0,1227 NS	0,1227 NS	11,97				1,72
51	51	9,94	9,77	1,89	9,77	9,94	9,94				1,90
8	8	-	-	-	-	-	-				-

NS não-significativo (P > 0,05).
* significativo (P < 0,01).
** significativo (P < 0,05).
ns não-significativo (P > 0,05).
* significativo (P < 0,01).
** significativo (P < 0,05).

mento das plantas de *Dactylis glomerata*. Nesses trabalhos, são apresentadas fortes associações entre o vigor inicial das plantas e o peso de suas sementes, sugerindo que a seleção para peso das sementes promove ganho adicional, quando o objetivo é elevar o desenvolvimento inicial das plantas.

Em *Andropogon gayanus*, a

cariopse é muito pequena, variando de 909 a 1697 por grama (SPAIN e COUTO, 1990), resultando num vigor inicial das plantas muito baixo. Esse fato compromete grandemente a formação das pastagens. McWILLIAM et al. (1970) citam que o crescimento autotrófico, devido à fotossíntese positiva das plantas de pastagens (gramíneas e leguminosas), ocorre em

QUADRO 2 - Estimativas dos quadrados médios (QM), esperanças matemática (EQM) da análise conjunta "split-block" para épocas de avaliação, no desenvolvimento inicial das plantas do capim *Andropogon gayanus*

TABLE 2 - Mean squares (MS) and expected mean squares (EMS) for the combined analysis in split-block designs for the evaluation periods for initial development in the grass *Andropogon gayanus*

Fontes de variação	GL	QM	E(QM)
Source of variation	DF	MS	E(EMS)
Replicações	1	0,1227 NS	$\sigma_e^2 + p\sigma_x^2 + t\sigma_y^2 + pt\sigma_b^2$
Progenies	25	0,6649**	$\sigma_e^2 + t\sigma_y^2 + rt\sigma_p^2$
Erro I	25	0,1486	$\sigma_e^2 + t\sigma_y^2$
Error I	25	0,1486	$\sigma_e^2 + t\sigma_y^2$
Subtotal I	51	-	-
Épocas	4	0,8578**	$\sigma_e^2 + p\sigma_x^2 + t(t-1)\sigma_{ab}^2 + rt(p(t-1)V_e)$
Period	4	0,8578**	$\sigma_e^2 + p\sigma_x^2 + t(t-1)\sigma_{ab}^2 + rt(p(t-1)V_e)$
Erro II	4	0,0418	$\sigma_e^2 + p\sigma_x^2$
Error II	4	0,0418	$\sigma_e^2 + p\sigma_x^2$
Subtotal II	8	-	-
Progenies * épocas	100	0,0312 NS	$\sigma_e^2 + r(t/t-1)\sigma_{pe}^2$
Progenies * time	100	0,0310	σ_e^2
Erro experimental	100	0,0310	σ_e^2
Experimental error	100	0,0310	σ_e^2
Total	259	-	-

NS não-significativo (P > 0,05).
* significativo (P < 0,01).
** significativo (P < 0,05).
ns não-significativo (P > 0,05).
* significativo (P < 0,01).
** significativo (P < 0,05).

ambiente favorável, após cinco dias da emergência. Esses autores sugerem que as avaliações das reservas das sementes sejam, provavelmente, excesso de requerimento, pois podem ter valor potencial abaixo das condições genético-ambientais.

Com base nesses princípios e nos resultados obtidos no presente trabalho, a seleção de plantas de *Andropogon gayanus*, para desenvolvimento inicial, não deve ser realizada nos períodos iniciais de seu desenvolvimento, (antes de 12 dias após o plantio). Nesse período, a expressão fenotípica é devida, principalmente, à capacidade de reserva das sementes e não à sua base genética para desenvolvimento inicial da planta de forma autotrófica.

Os resultados da análise conjunta para épocas de avaliação, apresentados no Quadro 2, mostram que os quadrados médios (QM), para os efeitos de progênies e épocas, foram significativos ($P < 0,01$). Esses resultados indicam a presença de variância significativa entre as progênies meias-irmãs do capim andropogon, para a característica desenvolvimento inicial das plantas, e que esta característica, dentro desta estrutura de família, apresenta efeitos diferenciados entre épocas de avaliação. Contudo, a interação entre estes dois fatores não apresentou diferenças significativas ($P > 0,05$), indicando que as diferenças obtidas entre as progênies permaneceram semelhantes nas diferentes épocas de avaliação. De acordo com os resultados obtidos por ROGLER (1954), o desenvolvimento autotrófico em gramíneas de pastagem ocorre na fase da presença da segunda para a

terceira folha. Isto nos sugere que, em *Andropogon gayanus*, o desenvolvimento inicial das plantas é controlado devido, principalmente, a efeitos genéticos, durante o período de doze a trinta e três dias após o plantio, o que equivaleria, em condições ambientais normais, a um período de seis a 28 dias após a germinação. KALTON et al. (1959) e TOSSELL (1960) concluíram que é possível selecionar plantas usando a variabilidade para vigor inicial, em progênies meias-irmãs de *Bromus inermis*, aos 28 dias após a emergência. Também as progênies de *A. gayanus* apresentaram maior variabilidade para o caráter desenvolvimento inicial neste período.

A presença de variabilidade não-significativa, na época de 47 DAP, indica que o caráter desenvolvimento inicial das plantas do capim andropogon expressa-se por tempo determinado. De acordo com LEVINE (1977), em sua revisão sobre genes e desenvolvimento, os efeitos deste tipo são relacionados à regulação de síntese protéica, responsável por muitos fenômenos de desenvolvimento. Uma vez suprida a necessidade, ocorre interrupção dessa síntese.

As avaliações realizadas, por escala de notas, procuraram refletir o aspecto fenotípico apresentado pelas plantas. Nesse caso, estima-se que sejam avaliados vários fatores simultaneamente. Os mais importantes são aqueles que fazem referência à reserva nutricional da cariopse, como tamanho e peso das sementes (McDONALD et al., 1952; ROGLER, 1954; TOSSELL, 1960; ROBISON e

QUADRO 3 - Estimativas dos parâmetros (genéticos e fenotípicos), equações de regressão e repetibilidade estimados na avaliação de progênies, em diferentes épocas (DAP), em nível de média de parcelas
TABLE 3 - Estimates of (genetic and phenotypic) parameters, regression equations, and repeatability estimates in the evaluation of progenies in different periods (DAP) by plot means

Parâmetros ¹ Parameters	Épocas de avaliação Evaluation period				Regressão Regression	Repetibilidade Repeatability	r ²
	6DAP	12DAP	21DAP	47DAP			
Cvg (%)	11,83	13,61	15,75	9,83	$\hat{y} = b + ax + cx^2$		
	506,85	659,80	733,17	254,66	$10,13 + 0,39x + 0,01x^2$	0,83	
	73,90	79,50	77,50	36,93	$453,99 + 20,46x - 0,54x^2$	0,82	
	12,04	14,37	16,37	7,07	$75,23 + 0,47x - 0,03x^2$	0,94	
	685,99	829,68	944,99	690,18	$10,57 + 0,42x - 0,02x^2$	0,85	
	358,29	358,29	423,63	871,03	$584,59 + 20,64x - 0,49x^2$	0,79	
	1,19	1,19	1,32	0,54	$208,27 + 14,24x$	0,93	
	1,41	1,41	1,73	0,57	$1,52 + 0,02x$	0,79	
				0,29	$2,09 - 0,4x$	0,79	

Cvg - coeficiente de variação genética; σ_p^2 - variação genética entre progênies; h_m^2 - coeficiente de herdabilidade; Ge - ganho esperado na seleção; σ_s^2 - variação fenotípica; σ_e^2 - variâncias ambientais; b - relação entre coeficientes de variação genética e ambiental e v - relação entre variação genética e fenotípica.
Cvg - coefficient of genetic variation; σ_p^2 - genetic variation among progenies; h_m^2 - coefficient of heritability; Ge - expected gain in the selection; σ_s^2 - phenotypic variation; σ_e^2 - environmental variation; b - ratio between genetic and environmental variation, and v - ratio between genetic and phenotypic variation.

THOMAS, 1963; TRUPP e SLINKARD, 1965; McWILLIAM et al., 1970; TRUPP e CARLSON, 1971; e TOWNSEND, 1974), capacidade de germinação das sementes (TRUPP e SLINKARD, 1965; TUCKER e WRIGHT, 1965; McWILLIAM et al., 1970; LUDLOW e WILSON, 1972; ROSS e HARPER, 1972; e TOWNSEND, 1974), desenvolvimento inicial do sistema radicular das plantas (BOWDEN, 1963; e JONES et al., 1980) e desenvolvimento de sua parte aérea (SEDCOLE e CLEMENTS, 1973). Esses fatores estão ligados diretamente a componentes genéticos. Para que todos esses processos fisiológicos atinjam ótimo desenvolvimento, são necessárias condições ambientais ideais, o que raramente ocorre. Nesse caso, o desenvolvimento da planta estará limitado à ação adversa de, pelo menos, um dos fatores ambientais.

O Quadro 3 apresenta os valores dos parâmetros genéticos e fenotípicos, para cada época de avaliação, juntamente com a equação de regressão e a repetibilidade em cada um desses parâmetros. O coeficiente de variação genética (C_{vg}) apresentou valores que tiveram comportamento quadrático, com r^2 de 0,83 ($P < 0,01$) e ponto de deflexão aos 21 DAP. Essa mesma tendência foi mostrada nos valores obtidos para variância fenotípica média (σ_F^2), variância genética entre progênies (σ_p^2) e ganho esperado na seleção (Ge%). Os valores da variância ambiental tiveram comportamento linear ascendente, com r^2 de 0,93 ($P < 0,01$), enquanto os valores da relação, entre os coeficientes de variação (b)

e da relação entre variâncias (v), apresentaram ponto de deflexão aos 12 DAP, quando suas regressões foram significativas ($P < 0,05$) para a linearidade ($r^2 = 0,79$). A maior relação entre variância genética e ambiental foi de 1,94; resultado semelhante aos obtidos pelo CIAT (1982), para número de hastes florais, produção de matéria seca, percentagem de folha e capacidade de rebrota. Esses resultados sugerem que as progênies tendem a responder de modo semelhante às diferenças ambientais, justificando a não-significância encontrada na interação entre progênies por épocas no presente trabalho.

Os valores obtidos no coeficiente de herdabilidade, no sentido restrito, em nível médio de família de progênies meias-irmãs (h_m^2), variaram de 79,50% na época 12 DAP a 36,93% na época 47 DAP, com regressão significativa ($P < 0,01$) para o segundo grau ($r^2 = 0,94$), tendo seu ponto de deflexão na época de 47 DAP. Valores elevados de herdabilidade em *A. gayanus* para as características altura de planta no período chuvoso (0,84) e para porcentagem de proteína na folha (0,73) foi obtido pelo CIAT (1982) e número de hastes floridas (0,83), por CARDONA (1982). Resultados mostrando importantes componentes da planta, com elevada herdabilidade, sugerem a possibilidade de que ganhos genéticos significativos podem ser obtidos pelos métodos simples de seleção, como seleção massal estratificada, a qual não envolve controle estrutural de família. Assim, é possível melhorar os campos de produção de sementes já instalados, com o capim andropogon, por meio da eliminação de plantas de

desenvolvimento reduzido e anormal, desde que o campo esteja espacialmente isolado de outras áreas de plantio com a mesma espécie, uma vez que esta espécie possui cruzamento sexual alógamo (FOSTER, 1962).

A redução da componente genética (σ_p^2), observada na última avaliação (47 DAP), demonstra a existência de um período de melhor expressividade do caráter desenvolvimento inicial das plantas em *Andropogon gayanus*. Os valores obtidos (Quadro 3) pela relação entre os componentes genético e ambiental (b e v) indicam que a variação genética para esta característica sobrepõe a variação ambiental (relações maiores que 1) até o limite de 21 dias após o plantio. Esse período também deve ser considerado o limite para a seleção de plantas dentro das progênies, pois, nas épocas posteriores, a variação fenotípica é composta, predominantemente, da variação ambiental, o que torna o processo seletivo menos eficiente, conforme é demonstrado pelos valores obtidos para o ganho esperado por seleção (Ge%).

Os resultados obtidos nas estimativas do ganho esperado, na seleção entre famílias de meios-irmãos, estabelecem, para seleção das melhores famílias, um período de 12 a 21 dias após o plantio.

O uso da equação de regressão na análise do desenvolvimento da germinação de sementes de gramíneas foi preconizado por TUCKER e WRIGHT (1965). Essa metodologia também demonstrou-se eficiente para os estudos do desenvolvimento inicial das plantas no capim andropogon. As equações de regressão, obtidas entre

as diferentes épocas de avaliação, em função das estimativas da variação genética entre famílias e para o progresso esperado, indicaram como sendo o 19º dia após o plantio, em condições ambientais normais, principalmente, de umidade e temperatura, o melhor dia para se avaliar o caráter desenvolvimento inicial das plantas, por meio de escala de notas. É nessa época que se obtêm valores máximos para o progresso, quando se realiza seleção em plantas individuais.

Com os resultados das estimativas obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que, para o caráter desenvolvimento inicial das plantas do capim andropogon, o uso da escala de notas permitiu obter boas estimativas dos parâmetros propostos e, simultaneamente, trabalhar com um número elevado de progênies e com a determinação da melhor época de avaliação, vindo facilitar o processo de seleção para o melhoramento genético dessa espécie de forrageira.

CONCLUSÕES

Para as condições ambientais, nas quais foram avaliadas as progênies meias-irmãs da população de *Andropogon gayanus* Kunth, podemos concluir que:

1. os efeitos de progênies e épocas de avaliação apresentaram diferenças significativas ($P < 0,01$) para o desenvolvimento inicial das plantas, quando avaliadas por intermédio de escala de notas;

2. a interação entre os efeitos de progênies e épocas de avaliação não foram significativas ($P > 0,05$), indicando que as diferenças apresentadas

entre as progênies meias-irmãs do capim *Andropogon gayanus* foram semelhantes nas diferentes épocas;

3. com base nos valores obtidos para as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, principalmente do ganho esperado na seleção entre famílias, o período de 12 a 21 dias após o plantio mostrou ser o melhor para a seleção fenotípica na característica desenvolvimento inicial das plantas, em progênies meias-irmãs do capim de *Andropogon gayanus* Kunth; e

4. a equação de regressão determinou o 19º dia após o plantio, como sendo a melhor época de avaliação para se obter o valor máximo da variação genética, entre médias de famílias de meios-irmãos e o máximo de ganho esperado pela seleção entre famílias, em relação à população original.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALLARD, R.W., BRADSHAW, A.D. Implications of genotype - environmental interactions in applied plant breeding. *Crop. Sci.*, Madison, v.4, n.3, p.503-508, May/Jun. 1964.
02. BENNETT, H.W. The effect of temperature upon flowering in *Paspalum*. *Agron. J.*, Madison, v.51, n.1, p. 191-193, Jan. 1959.
03. BOWDEN, B.N. The root distribution of *Andropogon gayanus* var. *bisquamulatus*. *East. Afr. Agric. For. J.*, Nigéria, v.29, n.2, p.157-159, Mar./Apr. 1963.
04. BOWDEN, B.N. Studies on *Andropogon gayanus* Kunth. III. An outline of its biology. *Ecology*, Arizona, v.52, n.3, p.255-271, Mai./Jun. 1964.
05. BREESE, E.L. The measurement and significance of genotype-environment interactions in grasses. *Heredity*, Edinburgh, v.24, n.1, p. 27-44, Jan./Feb. 1969.
06. BREWBAKER, J.L. *Agricultural Genetics*. New Jersey: Prentice - Hall, 1965. p.156.
07. CARDONA, J.O. *Variación genética y relaciones entre componentes de rendimiento y calidad de semilla em Andropogon gayanus* Kunth. Palmira: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuaria. 1982. 57p. Tesis Ing. Agr.
08. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Programa de Pastos Tropicales. Fitomejoramiento/Agronomia. In: *CIAT Informe Anual 1982*. Cali, Colômbia, 1982. p. 147-148.
09. COMSTOCK, R.E., MOLL, R.H. Genotype environment interactions. In: HANSON, W.D., ROBINSON, H.F. (ed.). *Statistical Genetics and Plant Breeding*. Washington: Nat. Acad. of Sciences. 1963. 623 p.
10. FINLAY, K.W., WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding program. *Austr. J. Agric. Res.* Victoria, v.14, n.4, p.742-754, Jul./Aug. 1963.
11. FISHER, R.A., YATES, F. *Tabelas estatísticas para biologia, medicina e agricultura*. São Paulo: USP, Polígono, 1971. p.50.
12. FOSTER, W.H. Investigations preliminary to the production of cultivar of *Andropogon gayanus*. *Euphytica*, Wageningen, v.11, n.1, p.47-52, Jan./Apr. 1962.
13. JOHNSON, H.W., ROBINSON, H.F., COMSTOCK, R.E. Estimates of genetic and environmental variability in soybean. *Agron. J.*, Madison, v.47, n.2, p.314-318, Mar./Apr. 1955.
14. JONES, C.A., PEÑA, D., GÓMEZ-CARABALY, A. Effects of plant water potential, leaf diffusive resistance, rooting density and water use on the dry matter production of several tropical grasses during short periods of drought stress. *Trop. Agric.*, London, v.57, n.3, p.211-219, Jul./Sep. 1980.
15. KALTON, R.R., De LONG, R.A., McLEOD, D.S. Cultural factors in seedling vigor of smooth brome grass and other forage species. *Iowa State J. Sci.*, Ames, v.37, n.1, p.47-80, Jan./Apr. 1959.
16. LEVINE, L. *Biologia do gene*. 1ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977. 406p.
17. LUDLOW, M.M., WILSON, G.L. Relationship between seed and seedling dry weight of tropical pasture grasses and legumes. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, Sidney, v.38, n.1, p.65-67, Jan./Feb. 1972.
18. McDONALD, E. D., KALTON, R. R., WEISS, M.G. Interrelationships and relative variability among S₁ and open-pollination progenies of selected brome grass clones. *Agron. J.*, Madison, v.44, n.1, p.20-25, Jan./Feb. 1952.
19. McMILLAN, C. Nature of the plant community. II. Variation in flowering behavior within populations of *Andropogon scoparius*. *Am. J. Bot.* New York, v.43, n.6, p.429-436, Jun. 1956.
20. McWILLIAM, J.R., CLEMENTS, R.J., DOWLING, P.M. Some factor influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Aust. J. Agric. Res.*, Victoria, v.21, n.1, p.19-32, Jan./Feb. 1970.
21. MILES, J.W., GROF, B. Genetics and Plant Breeding of *Andropogon gayanus*. In: TOLEDO, J.M., LASCANO, C., et al. (eds) *Andropogon gayanus* Kunth: A grass for Tropical Acid Soils. Cali, Colômbia; CIAT, 1990. p. 19-36.
22. NEWELL, L.C. Controlled life cycles of brome grass (*Bromus inermis* Leyss) used in improvement. *Agron. J.*, Madison, v.43, n.9, p.417-423, Sep. 1951.
23. NEWELL, L.C., KEIM, F.D. Field performance of brome grass strains from different regional seed sources. *J. Am. Soc. Agron.*, New York, v.35, n.3, p.420-434, Jul./Sep. 1943.
24. PORCEDDU, E. La componente ambientale e l'interazione genotipo x ambiente nel lavoro di selezione. *Genet. Agrac.*, Roma, v.24, p. 129-144, 1970.
25. ROBISON, L.R., THOMAS, H.L. Combining ability for seedling vigor in *Bromus inermis* Leyss. *Crop. Sci.*, Madison, v.3, n. 2, p.358-359, Mar./Apr. 1963.
26. ROGLER, G.A. Seed size and seedling vigor in crested wheatgrass. *Agron. J.*, Madison, v. 46, n. 2, p.216 - 220, Mar./Apr. 1954.
27. ROSS, M.A., HARPER, J.L. Occupation of biological space during seedling establishment. *J. Ecol.*, Oxford, v. 60, n.01, p. 77-88, 1972.
28. SEDCOLE, J.R., CLEMENTS, R.J. Studies on genotype x spacing interactions for herbage yield, using a modified diallel analysis. *J. Agric. Sci.*, Cambridge, v.80, n.1, p.97-104, Jan./Feb. 1973.
29. SOUZA, F.R.S. de, RAMALHO, M.A.P., OLIVEIRA, A.C. de, SANS, L.M.A. Estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas e locais de plantio em Minas Gerais. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.26, n.6, p.885-892, jun. 1991.
30. SPAIN, J.M., COUTO, W. Establishment and initial development of *Andropogon gayanus* pastures in tropical savannas. In: TOLEDO, J.M., VERA, R., LASCANO, C., LENNE, J.M. (eds.) *Andropogon gayanus* Kunth: grass for tropical acid soils. Cali, Colômbia: CIAT, 1990. p.223-246.
31. STEEL, R.G.D., TORRIE, J.H. *Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach*. Second Edition, New York, Mc.Graw-Hill, 1980. 633p.
32. TOMPSETT, P.B. Factors affecting the flowering of *Andropogon gayanus* Kunth. Responses to photoperiod, temperature and growth regulators. *Ann. Bot.*, London, v.40, n.4, p.695-705, Jul./Aug. 1976.
33. TOSSELL, W.E. Early seedling vigour and seed weight in relation to breeding in smooth brome grass, *Bromus inermis* Leyss. *Can. J. Plant. Sci.*, Ottawa, v.20, n.2, p.268-280, Apr./Jun. 1960.
34. TOWNSEND, C.E. Selection for seedling vigor in *Astragalus cicer* L. *Agron. J.*, Madison, v.66, n.2, p.341-345, Mar./Apr. 1974.
35. TRUPP, C.R., CARLSON, I.T. Improvement of seedling vigor of smooth brome grass (*Bromus inermis* Leyss) by recurrent selection for high seed weight. *Crop. Sci.*, Madison, v.11, n.2, Feb. 1971.
36. TRUPP, C.R., SLINKARD, A.E. Seed set rating as a measure of fertility in grasses. *Crop. Sci.*, Madison, v.5, n.3, p.599-600, May/Jun. 1965.
37. TUCKER, H., WRIGHT, L.N. Estimating rapidity of germination. *Crop. Sci.*, Madison, v.5, n.2, p.398-399, Mar./Apr. 1965.
38. USBERTI, J.A., JAIN, S.K. Ecotypic differentiations in guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) *Agro Ecosystems*, Amsterdam, v.5, p.147-158, 1978.
39. VENCOSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. (org.) *Melhoramento e Genética*. São Paulo; Melhoramentos, 1969. p.17-38.
40. VENCOSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). *Melhoramento e produção de milho no Brasil*. 2a. ed. Piracicaba: Fundação Cargill, 1987, p. 137-214.
41. VENCOSKY, R., BARRIGA, P. *Genética Biométrica no Fitomelhoramento*. R. Bras. Genét., Ribeirão Preto, 1992. 496p.