

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ALFAFA E ESTIMATIVAS DE REPETIBILIDADE DE CARACTERES FORRAGEIROS¹

REINALDO DE PAULA FERREIRA², MILTON DE ANDRADE BOTREL³,
ANTONIO VANDER PEREIRA² e COSME DAMIÃO CRUZ⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de 42 cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) e estimar o coeficiente de repetibilidade das características produção de matéria seca, teor de proteína bruta na folha e no caule e tolerância a doenças, avaliadas no período das águas (outubro a março) e da seca (abril a setembro), em seis cortes. Observou-se variabilidade significativa entre as cultivares quanto à produção de matéria seca e ao teor de proteína bruta na folha, em ambas as estações. No tocante a teor de proteína bruta no caule e tolerância a doenças, a variabilidade foi manifestada apenas no período da seca. As cultivares de melhor desempenho, para a maioria das características avaliadas, foram Crioula e Cibola. Em geral, o coeficiente de repetibilidade apresentou estimativas de baixa magnitude (inferior a 0,4). Quanto à produção de matéria seca, constatou-se a existência de comportamento similar das cultivares avaliadas nos dois períodos estudados, coeficiente de repetibilidade variando de 0,3195 a 0,4270, determinação genotípica em torno de 65%, e possibilidade de se atingir a predição do valor real por meio de sete a nove cortes.

Termos para indexação: forrageira, melhoramento, correlações.

EVALUATION OF ALFALFA CULTIVARS AND ESTIMATES OF REPEATABILITY COEFFICIENT OF FORAGE TRAITS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the performance of 42 cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and to estimate the repeatability coefficient for dry matter production, leaf and stem protein content and disease tolerance features during the dry (April to September) and rainy (October to March) seasons with six cuts. Dry matter yield and leaf protein content presented significant variation in both seasons, although stem protein content and tolerance to diseases were different only during the dry season. Cultivars Crioula and Cibola had the best performance in most features. In general, the repeatability coefficient showed a low magnitude estimate (below 0,40). Regarding dry matter production, the cultivars showed similar behavior in both seasons, with repeatability coefficient ranging from 0.3195 to 0.4270, genotypic determination around 65% and the possibility to predict the real value after seven to nine cuts.

Index terms: forage, breeding, correlation.

INTRODUÇÃO

O custo e a qualidade da alimentação constituem os fatores básicos que determinam a possibilidade de incremento da produtividade do rebanho leiteiro

de elevado padrão genético. Tem sido crescente o interesse pelo uso da alfafa em sistemas intensivos de produção de leite, dada a sua qualidade, produtividade e resposta econômica em relação a outros tipos de alimentos volumosos. As formas mais comuns da sua utilização têm sido o feno, a silagem e o pastejo.

Em alfafa e outras espécies forrageiras perenes são procuradas características morfológicas, fisiológicas e agrônomicas que maximizem o rendimento, a qualidade da forragem e a persistência das plantas, nas suas diversas formas de utilização. O potencial de produção de matéria seca da alfafa é em

¹ Aceito para publicação em 23 de julho de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite (CNPGL), Rua Eugênio do Nascimento, 610, CEP 36038-330 Juiz de Fora, MG. E-mail: ferreira@cnppl.embrapa.br

³ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa-CNPGL.

⁴ Eng. Agr., Dr., Prof. Titular, Dep. Biologia Geral, Univ. Fed. Viçosa, CEP 36570-000 Viçosa, MG.

torno de 25 t/ha/ano. Este potencial não é atingido, na maioria das situações, por motivo de limitações edafoclimáticas (Fontes et al., 1993; Paim, 1994).

Para identificação de cultivares de alfafa mais adaptadas a um determinado ambiente, são necessárias avaliações periódicas, por meio de cortes, de modo a mensurar o comportamento das principais características fenotípicas. Assim, pode-se estimar a variabilidade genotípica entre o material disponível e a repetibilidade do desempenho de cada cultivar ou progênie. Segundo Falconer (1987), quando várias medidas de um mesmo caráter são feitas em cada indivíduo, a variância fenotípica poderá ser parcelada, servindo para quantificar o ganho em precisão, pela repetição das medidas, e esclarecer a natureza da variação causada pelo ambiente.

Nos ensaios envolvendo progênies ou cultivares, avaliadas em sucessivos cortes, é possível estimar os coeficientes de repetibilidade das variáveis estudadas, quantificando-se o número necessário de determinações que devem ser realizadas em um caráter para se obter uma avaliação fenotípica mais eficiente e de menor custo de mão-de-obra. Valores altos, para a estimativa da repetibilidade do caráter, indicam que é possível prever o valor real do indivíduo com um número relativamente pequeno de medições (Cruz & Regazzi, 1994).

Além disso, a repetibilidade expressa o valor máximo que a herdabilidade pode atingir, pois expressa a proporção da variância fenotípica, que é atribuída às diferenças genéticas confundidas com os efeitos permanentes que atuam na cultivar ou progênie. Assim, a repetibilidade, à semelhança da herdabilidade, constitui instrumento indispensável para orientar os trabalhos de melhoramento.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de alfafa, e estimar o coeficiente de repetibilidade das características produção de matéria seca, teor de proteína bruta na folha e no caule e tolerância a doenças, avaliadas no período das águas (outubro a março) e da seca (abril a setembro).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 42 cultivares de alfafa, em ensaio conduzido na Estação Experimental da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite, em Coronel

Pacheco, MG. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, tendo as parcelas as dimensões de 3 x 2 m. Os cortes foram realizados na área útil (3,6 m²) de cada parcela, com base no estágio de desenvolvimento das plantas. Assim, sempre que cada cultivar atingisse 10% de floração ou quando iniciasse o processo de desenvolvimento das brotações basais, procedia-se ao corte, a 5 cm do nível do solo.

Avaliaram-se as características produção de matéria seca no período das águas (PMSA) e da seca (PMSS), teor de proteína bruta nas folhas no período das águas (PBFA) e da seca (PBFS), teor de proteína bruta no caule no período das águas (PBCA) e da seca (PBCS) e tolerância a doenças no período das águas (TDA) e da seca (TDS). Estimou-se a tolerância a doenças, adotando-se as notas 0 = tolerante (ausência de danos); 1 = moderadamente tolerante (presença esporádica de danos); 2 = moderadamente sensível (presença de danos, causando, aparentemente, pequenos prejuízos à planta); e 3 = sensível (presença generalizada de danos, causando sérios prejuízos).

As análises foram feitas a partir da média das repetições. O período de avaliação foi caracterizado em duas épocas (águas, de outubro a março, e seca, de abril a setembro). Em cada época, foram realizados três cortes. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + C_j + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = média da *i*-ésima cultivar no *j*-ésimo corte;

μ = média geral do ensaio;

G_i = efeito da *i*-ésima cultivar confundido com as influências permanentes do ambiente (corte);

C_j = efeito do *j*-ésimo corte;

ε_{ij} = efeito aleatório que envolve outras causas de variação não incluídas no modelo.

O coeficiente de repetibilidade (*r*) foi estimado por três procedimentos estatísticos, de tal forma que seja possível avaliar a consistência da estimativa, permitindo conclusões mais confiáveis sobre o parâmetro estudado. Os estimadores dos coeficientes de repetibilidade utilizados são descritos a seguir.

Método da análise de variância

$$r = \frac{C\hat{o}v(Y_{ij}, Y_{ij'})}{\sqrt{\hat{V}(Y_{ij})\hat{V}(Y_{ij'})}} = \frac{\hat{\phi}_g}{\hat{\phi}_g + \hat{\sigma}^2}$$

sendo: $\hat{\phi}_g = (QMG - QMR)/n$ e $\hat{\sigma}^2 = QMR$

em que:

QMG = quadrado médio associado ao efeito da cultivar;

QMR = quadrado médio associado à variação aleatória; n = número de cortes efetuados (n = 3).

Método dos componentes principais

Esta estimativa é obtida a partir da matriz de correlação entre valores de populações obtidas em cada par de medições obtido nos cortes. Por este método obtêm-se os autovalores e autovetores normalizados de R. O autovetor, cujos elementos apresentam o mesmo sinal e magnitudes próximas, é aquele que expressa a tendência das populações em manter suas posições relativas nos vários intervalos de corte (Abeywardena, 1972). Com base neste autovalor, estima-se o coeficiente de repetibilidade (Rutledge, 1974):

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - 1}{n - 1}$$

em que:

$\hat{\lambda}_1$ = autovalor associado ao autovetor R, cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes.

Alternativamente, o coeficiente de repetibilidade foi estimado a partir das matrizes de variância e covariância (T), sendo, neste caso, o estimador de repetibilidade dado por:

$$r = \frac{\hat{\lambda}_1 - \hat{\sigma}_Y^2}{\hat{\sigma}_Y^2(n - 1)}$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_Y^2 = \hat{\phi}_g^2 + \hat{\sigma}^2;$$

$\hat{\lambda}_1$ = autovalor associado ao autovetor T, cujos elementos têm o mesmo sinal e magnitudes semelhantes.

Método da análise estrutural

Esta estimativa foi obtida conforme proposto por Mansour et al. (1981), dada por:

$$r = \frac{\alpha' R \alpha - 1}{n - 1}$$

sendo:

α' = autovetor com elementos paramétricos, associado ao maior autovalor da matriz de correlação uniforme, dado

por $\alpha' = \left[\frac{1}{\sqrt{n}} \dots \frac{1}{\sqrt{n}} \right]$.

O número mínimo de medições necessárias para prever o valor real dos indivíduos, com base em um coefi-

ciente de determinação (R^2) pré-estabelecido (0,80, 0,90 e 0,95), foi calculado por Cruz & Regazzi (1994):

$$n_o = \frac{R^2(1-r)}{(1-R^2)r}$$

em que:

n_o = número de medições para predição do valor real; r = coeficiente de repetibilidade obtido de acordo com uma das diferentes metodologias utilizadas.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional GENES (Cruz, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise de variância das características estudadas. Detectaram-se diferenças estatísticas quanto às características, exceto no tocante a teor de proteína bruta no caule e tolerância a doenças, no período das águas. A existência de variabilidade significativa reflete a heterogeneidade do material genético estudado, indicando a possibilidade de identificação de materiais promissores.

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,01$) entre as cultivares quanto ao potencial para produção de matéria seca, tanto no período das águas como no período da seca (Tabela 2). Durante a estação das águas, a produção de matéria seca por corte variou de 1.584 kg/ha (cv. Maxidor) a 805 kg/ha (cv. NK Pierce). A produção média, considerando todas as cultivares avaliadas, foi de 1.220 kg/ha/corte.

Quanto ao rendimento de forragem no período seco, os valores extremos observados foram: 1.356 kg/ha (cv. Crioula) e 639 kg/ha (cv. NK Pierce). Considerando todas as cultivares avaliadas, deduz-se que a produção média/corte durante a seca correspondeu a, aproximadamente, 78% da produção observada no período das águas (Tabela 1).

Observaram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as cultivares quanto à concentração de proteína bruta nas folhas durante a estação das águas, que variou de 35,40% (cv. P-105) a 27,27% (cv. Seriver) (Tabela 2). Na época da seca, não se observou diferença significativa ($P > 0,05$) na concentração de proteína bruta nas folhas, que foi, em média, 15,3%, considerando-se todas as cultivares avaliadas. Ob-

TABELA 1. Análise de variância dos caracteres produção de matéria seca nas águas (PMSA) e na seca (PMSS), teor de proteína bruta nas folhas (PBFA) e caule (PBCA) nas águas (PBFA), teor de proteína bruta nas folhas (PBFS) e caule (PBCS) na seca e tolerância a doenças nas águas (TDA) e na seca (TDS).

Fonte de variação	GL	QM							
		PMSA	PMSS	PBFA	PBCA	PBFS	PBCS	TDA	TDS
Cortes	2	43903,238	203431,812	2,387	34,427	5,001	51,614	0,341	0,627
Genótipos	41	139967,218**	70006,828**	6,984**	8,150**	2,623 ^{ns}	11,921*	0,719 ^{ns}	0,424*
Resíduo	82	53128,605	29062,933	2,711	3,831	1,748	6,761	0,301	0,261
Média		1219,9	961,5	31,1	32,5	15,3	21,4	2,2	2,1
CV (%)		18,9	17,7	5,3	6,0	8,6	12,1	25,1	24,5

*, ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

servaram-se diferenças significativas no teor de proteína bruta do caule, considerando o teste de Tukey, somente na estação das águas, que variou, nessa época do ano, de 37,4% (cv. ARC) a 28,23% (cv. Mecca). Na estação da seca, o teor médio de proteína bruta no caule foi de 21,4%. Os resultados, tanto de produção de matéria seca como de proteína bruta, demonstram que a alfafa constitui importante fonte de volumoso para vacas de alta produtividade, principalmente durante a estação da seca, superando em produção e valor nutritivo as forrageiras tropicais, que, mesmo sob condições de irrigação, nessa época do ano, apresentam grande queda no rendimento forrageiro (Alvim et al., 1986; Botrel et al., 1991).

As doenças mais frequentemente observadas foram a mancha-foliar-amarela e a antracnose, causadas pelos fungos *Leptotrichum medicaginis* e *Colletotrichum trifolii*. Embora não tenha havido diferenças significativas entre as cultivares quanto à tolerância a essas doenças, observou-se uma tendência de as cultivares Cibola e ARC serem mais tolerantes (Tabela 2).

As estimativas de correlação entre as características estudadas são apresentadas na Tabela 3. Correlação entre uma mesma característica avaliada nos dois períodos, seca e águas, além de refletir associação de natureza genética e ambiental, medem indiretamente a interação genótipos x ambientes. Segundo Cruz & Castoldi (1991), a interação genótipos x ambientes pode ser atribuída a duas causas: a complexa e a simples. A causa simples é determinada

pela diferença de variação entre os genótipos quando avaliados em diferentes ambientes. A complexa é atribuída à falta de correlação entre os valores fenotípicos destes genótipos avaliados nos ambientes.

A correlação entre peso da matéria seca no período das águas e da seca foi de 0,668, o que indica concordância satisfatória do desempenho das cultivares nesses dois períodos. De fato, como pode ser observado na Tabela 1, entre as 10 melhores cultivares em cada ambiente, sete são concordantes. Assim, apesar de os valores fenotípicos médios terem sido alterados com a época, a posição relativa foi, de certa forma, mantida, sugerindo que a seleção, em relação a esta característica, possa ser praticada em qualquer uma das épocas consideradas. Neste caso, poderá se proceder a seleção com menor risco de descarte de material genético superior.

Para as demais variáveis, a correlação entre períodos, apesar de ter sido positiva, foi de baixa magnitude. O fato de as variáveis proteína bruta no caule e tolerância a doenças não terem apresentado diferença significativa na época das águas, tornam as estimativas do coeficiente de correlação sem grande utilidade e com interpretações questionáveis. Entretanto, as baixas correlações entre proteína bruta no caule e tolerância a doenças ($r = 0,049$ nas águas e $r = -0,085$ na seca) são indicativas de um comportamento diferencial das cultivares avaliadas, necessitando, portanto, de critérios de seleção mais cuidadosos.

Outro aspecto interessante é o fato de a produção de matéria seca ter apresentado correlação negativa ($r = -0,432$ nas águas e $r = -0,464$ na seca) significativa, com o teor de proteína bruta no caule. Este fato ocorreu tanto no período das águas quanto no da

seca. Uma possível explicação para o fato seria a diluição do teor de proteína do caule, resultante do acúmulo da matéria seca.

As variáveis TDA e TDS, que expressam a tolerância à doença, mostraram correlação negativa com

TABELA 2. Produção de matéria seca (PMS), teor de proteína bruta na folha e no caule e tolerância a doenças (TD) de cultivares de alfafa, avaliadas na época das águas e da seca¹.

Cultivares	PMS (kg/ha/corte)		Proteína bruta				T D	
	Águas	Seca	Águas		Seca		Águas	Seca
			Folha	Caule	Folha	Caule		
Maxidor	1584,66a	978,67abcd	32,10abc	14,13a	31,67abc	19,17a	2,00a	2,33a
P-105	1504,67ab	965,00abcd	35,40a	16,60a	33,67abc	21,20a	1,67a	1,33a
Fortineira	1395,33ab	893,00abcd	31,80abc	15,03a	34,40abc	23,13a	2,00a	2,00a
Moapa	1454,00ab	1052,33abcd	32,33abc	13,97a	32,96abc	20,06a	2,67a	2,33a
Cal West	1564,67ab	1081,67abcd	30,83abc	14,80a	34,17abc	20,47a	2,00a	2,00a
WL 605	1533,00ab	1212,00abc	30,50abc	13,27a	32,87abc	19,60a	2,67a	2,00a
Monarca	1516,67ab	1132,33abcd	32,47abc	14,23a	32,63abc	22,07a	2,00a	2,33a
CUF 101	1559,00ab	1067,33abcd	30,97abc	14,47a	32,80abc	21,57a	2,00a	2,00a
CW 187	1284,00ab	974,67abcd	32,17abc	14,06a	32,83abc	19,73a	2,33a	2,33a
Pionner	896,00ab	773,00cd	29,53bc	15,90a	34,50abc	21,33a	2,33a	2,33a
Crioula	1522,33ab	1256,67abc	30,50abc	13,60a	32,36abc	17,90a	1,33a	2,00a
Saladina	1233,00ab	938,33abcd	30,76abc	13,93a	31,60abc	19,17a	2,67a	2,00a
P 5229	965,33ab	781,67bcd	31,03abc	14,80a	32,73abc	19,97a	2,67a	2,33a
Varsat	1071,67ab	910,00abcd	31,70abc	16,13a	30,23bc	24,27a	2,00a	1,67a
Painé	1088,67ab	776,33bcd	32,07abc	15,87a	35,20ab	24,13a	2,00a	2,00a
WL 318	1228,33ab	994,33abcd	31,20abc	15,53a	34,10abc	21,17a	1,33a	1,67a
Aurora	1117,33ab	924,33abcd	31,87abc	16,07a	34,33abc	22,17a	2,67a	2,67a
CW 86	1148,33ab	872,67abcd	31,53abc	15,83a	32,40abc	20,70a	2,67a	2,00a
Victória	1331,67ab	936,67abcd	30,90abc	14,97a	32,87abc	20,93a	1,67a	2,00a
Trifecta	1247,00ab	965,00abcd	30,33abc	15,47a	32,07abc	20,27a	2,00a	1,67a
P 555	1257,67ab	826,00abcd	30,33abc	15,63a	32,43abc	21,37a	2,67a	2,33a
Sequel	1165,33ab	876,67abcd	28,97bc	14,63a	29,47bc	19,23a	2,67a	2,33a
P 205	1088,00ab	852,67abcd	30,53abc	15,57a	32,30abc	22,77a	2,33a	2,00a
Maricopa	1180,67ab	750,67cd	32,07abc	16,57a	31,17abc	22,40a	3,00a	2,67a
ARC	1181,33ab	856,33abcd	31,77abc	15,87a	37,40a	26,07a	1,33a	1,33a
CW 8746	1331,00ab	911,33abcd	31,03abc	15,80a	33,30abc	20,83a	1,67a	2,00a
CW 8754	1210,33ab	989,67abcd	29,40bc	15,13a	31,73abc	23,27a	2,33a	2,67a
Victória	1119,33ab	947,67abcd	30,90abc	15,87a	32,40abc	24,60a	2,33a	2,00a
Pardenave	1228,67ab	935,00abcd	32,03abc	17,33a	33,47abc	23,70a	2,67a	1,67a
Mecca	1118,00ab	918,00abcd	30,53abc	17,37a	30,23abc	18,63a	2,67a	2,67a
UC/CUF	907,33ab	739,67cd	29,27bc	15,87a	28,23c	22,63a	3,00a	2,67a
NK Pierce	805,33b	639,67d	29,83bc	15,63a	30,33bc	23,93a	3,00a	2,67a
Seriver	983,67ab	826,00abcd	27,27c	15,30a	32,20abc	21,20a	2,33a	2,00a
Crioula	1525,33ab	1356,33a	29,03bc	14,87a	31,50abc	18,70a	1,67a	1,67a
CW 4468	972,67ab	1126,67abcd	31,80abc	14,90a	31,40abc	20,60a	2,00a	2,33a
Cordobesa	1102,33ab	1065,33abcd	32,13abc	15,07a	33,67abc	23,43a	1,67a	1,67a
Humperfield	894,33ab	944,00abcd	27,37c	15,27a	33,70abc	22,97a	2,00a	2,33a
Weeviccheck	1121,33ab	1018,00abcd	33,43ab	16,90a	34,50abc	24,93a	1,33a	1,67a
Trifecta	966,00ab	976,33abcd	33,50ab	16,00a	32,43abc	21,10a	3,00a	2,33a
Monarca	1119,67ab	1062,33abcd	30,80abc	15,23a	31,07abc	21,07a	2,33a	2,33a
Cibola	1557,33ab	1340,67ab	31,50abc	15,63a	31,50abc	17,97a	1,33a	1,33a
Crioula	1156,00ab	938,00abcd	32,83ab	14,80a	31,30abc	19,20a	2,33a	2,00a

¹ Médias seguidas pelas mesmas letras, na vertical, não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

todas as demais características estudadas. Como, na avaliação dessas características, se adotou uma escala em que o menor valor expressava a tolerância e o maior a susceptibilidade (presença generalizada de danos, causando sérios prejuízos), conclui-se que as cultivares com maior produção de matéria seca e de proteína bruta foram as que manifestaram maior tolerância a doenças. Em relação aos diferentes períodos de avaliação, detectou-se correlação de 0,707

no que tange a esta característica. Assim, há certa concordância do desempenho das cultivares em relação ao ataque de doenças, porém a seleção praticada no período da seca deve ser enfatizada, uma vez que neste período a variabilidade genotípica foi mais pronunciada.

Na Tabela 4 são apresentadas as estimativas do coeficiente de repetibilidade obtidas pelos diferentes procedimentos estatísticos. Em geral, houve boa

TABELA 3. Estimativa de correlação dos caracteres produção de matéria seca nas águas (PMSA) e na seca (PMSS), teor de proteína bruta nas folhas nas águas (PBFA) e na seca (PBFS), teor de proteína bruta no caule nas águas (PBCA) e na seca (PBCS) e tolerância a doenças nas águas (TDA) e na seca (TDS).

Caráter	PMSS	PBFA	PBFS	PBCA	PBCS	TDA	TDS
PMSA	0,668**	0,283	0,154	-0,434**	-0,432**	-0,395**	-0,368*
PMSS		0,115	0,030	-0,420**	-0,464**	-0,531**	-0,385*
PBFA			0,295	0,186	0,100	-0,222	-0,298
PBFS				0,069	0,378*	-0,483**	-0,427**
PBCA					0,478**	0,049	-0,095
PBCS						-0,029	-0,085
TDA							0,707**

*, ** Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

TABELA 4. Estimativa da repetibilidade dos caracteres produção de matéria seca nas águas (PMSA) e na seca (PMSS), teor de proteína bruta nas folhas nas águas (PBFA) e na seca (PBFS), teor de proteína bruta no caule nas águas (PBCA) e na seca (PBCS) e tolerância a doenças nas águas (TDA) e na seca (TDS)¹.

Caráter	ANOVA	Componentes principais		Análise estrutural	
		Covariância	Correlação	Covariância	Correlação
PMSA	0,3527 (62,04)	0,4270 (69,09)	0,3577 (62,56)	0,3527 (62,04)	0,3438 (61,12)
PMSS	0,3195 (58,48)	0,3850 (65,25)	0,3199 (58,52)	0,3195 (58,48)	0,3117 (57,61)
PBFA	0,3444 (61,18)	0,4189 (68,38)	0,3710 (63,89)	0,3443 (61,17)	0,3695 (63,74)
PBFS	0,2731 (52,99)	0,3141 (57,87)	0,3089 (57,28)	0,2730 (52,98)	0,3037 (56,69)
PBCA	0,1429 (33,34)	0,2272 (46,86)	0,1571 (35,87)	0,1430 (33,35)	0,1348 (31,84)
PBCS	0,2028 (43,29)	0,3508 (61,84)	0,2636 (51,77)	0,2028 (43,28)	0,2156 (45,19)
TDA	0,3168 (58,17)	0,3668 (63,48)	0,3181 (58,32)	0,3168 (58,17)	0,3148 (57,95)
TDS	0,1719 (38,37)	0,1741 (38,74)	0,1798 (39,66)	0,1719 (38,37)	0,1748 (38,86)

¹ Valores entre parêntesis referem-se ao coeficiente de determinação associado ao coeficiente de repetibilidade.

concordância entre as estimativas obtidas pelos diferentes métodos, conferindo-lhes maior confiabilidade.

As baixas estimativas do coeficiente de repetibilidade, de maneira geral inferior a 0,4, ressaltam as dificuldades existentes para o melhorista em identificar os melhores valores genotípicos a partir da análise das médias fenotípicas obtidas, considerando-se apenas os três cortes efetuados em cada época. A predição do valor real, expressa pelo coeficiente de determinação, é inferior a 70%, o que indica que a superioridade ou inferioridade do comportamento das cultivares pode não ser mantida. Há necessidade de realizar medições adicionais, de modo a garantir maior confiabilidade ao processo de seleção. Outra alternativa é a melhoria das condições experimentais, de tal forma que se possa detectar as reais diferenças entre as cultivares a partir de um menor número de medições.

Na Tabela 5 encontram-se as estimativas do número de medições necessárias para se ter diferentes valores de predição do valor real da população (ou coeficiente de determinação), obtidos a partir dos coeficientes de repetibilidade estimados pelo método dos componentes principais, baseado na matriz de correlação. Percebe-se a necessidade de se realizar de sete a nove cortes, para obter predições com confiabilidade em torno de 80%, para as caracterís-

ticas produção de matéria seca e teor de proteína bruta na folha, no período das águas e da seca. Elevar esse coeficiente de determinação, mantendo-se as condições de controle ambiental atual, é praticamente inviável, por demandar um número relativamente grande de medições (Tabela 5).

Além disso, verificou-se que para as demais características (PBC e TD, tanto nas águas quanto na seca) a confiabilidade do processo de seleção e descarte do material é reduzida. Quanto a estas características, a predição de 80% só é atingida com mais de 12 medições, que certamente implicará maiores custos e emprego de mão-de-obra. Assim, um maior controle ambiental, seja por manejo, seja por experimentação mais apropriada, deverá ser implementado no programa em desenvolvimento.

CONCLUSÕES

1. Detecta-se variabilidade significativa entre as cultivares para produção de matéria seca e teor de proteína bruta na folha, nos períodos das águas e da seca; para teor de proteína bruta no caule e tolerância a doenças, a variabilidade é manifestada apenas no período da seca.

2. Os coeficientes de repetibilidade das características são relativamente baixos (inferiores a 0,4); a predição do valor real das cultivares em cada época é inferior a 70%, indicando a necessidade de maior controle ambiental ou maior número de avaliações (cortes), para que a seleção possa ser praticada com maior confiabilidade.

3. O aumento do número de avaliações por meio de oito a dez cortes é recomendado, possibilitando obter precisão do valor genético acima de 80%, para as características produção de matéria seca e teor de proteína bruta na folha.

REFERÊNCIAS

- ABEYWARDENA, V. An application of component analysis in genetics. **Journal of Genetics**, Bangalore, v.61, p.27-51, 1972.
- ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A.; NOVELLY, P.E. Produção de gramíneas tropicais e temperadas, irrigadas na época da seca. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.15, n.5, p.384-392, 1986.

TABELA 5. Número de medições associado a vários coeficientes de determinação (R²), estimado para os caracteres produção de matéria seca nas águas (PMSA) e na seca (PMSS), teor de proteína bruta nas folhas nas águas (PBFA) e na seca (PBFS), teor de proteína bruta no caule nas águas (PBCA) e na seca (PBCS) e tolerância a doenças nas águas (TDA) e na seca (TDS).

Caracteres	Repetibilidade	R ² = 0,80	R ² = 0,90	R ² = 0,95
PMSA	0,3577	7,18	16,16	34,12
PMSS	0,3199	8,50	19,13	40,39
PBFA	0,3700	6,81	15,32	32,35
PBFS	0,3089	8,95	20,14	42,51
PBCA	0,1571	21,46	48,29	101,94
PBCS	0,2636	11,17	25,14	53,08
TDA	0,3181	8,57	19,29	40,73
TDS	0,1798	18,25	41,06	86,67

- BOTREL, M. de A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.J. Efeito da irrigação sobre algumas características agrônômicas de cultivares de capim-elefante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.10, p.1731-1736, out. 1991.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES - Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 442p.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, MG, Viçosa, v.38, p.422-430, 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1987. 279p.
- FONTES, P.C.R.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; VILELA, D. Produção e níveis de nutrientes em alfafa (*Medicago sativa* L.) no primeiro ano de cultivo na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.22, n.2, p.205-211, 1993.
- MANSOUR, H.; NORDHEIM, E.V.; RUTLEDGE, J.J. Estimations of repeatability. **Theoretical Applied Genetic**, v.60, p.151-156, 1981.
- PAIM, N.R. Utilização e melhoramento da alfafa. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DE ALFAFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) NOS TRÓPICOS, 1994, Juiz de Fora. Juiz de Fora: Embrapa-CNPGL, 1994. p.141-147.
- RUTLEDGE, J.J. A scaling which removes bias of Abeywardena's estimator of repeatability. **Journal of Genetics**, Bangalore, v.61, p.247-250, 1974.