

# Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa

Edmar Soares de Vasconcelos<sup>1</sup>, Reinaldo de Paula Ferreira<sup>2</sup>, Cosme Damião Cruz<sup>1</sup>, Adônis Moreira<sup>2</sup>,  
Joaquim Bartolomeu Rassini<sup>2</sup>, Alfredo Ribeiro de Freitas<sup>2</sup>

## RESUMO

Este estudo foi desenvolvido objetivando comparar diferentes critérios de seleção, indicar o método de seleção que propicia maiores estimativas de ganho genético e identificar genótipos superiores de alfafa quanto a características produtivas, morfológicas e bromatológicas. Foram avaliadas a produção de matéria seca, altura de planta, tolerância a doenças, aceitação fenotípica pelos animais, proteína bruta, digestibilidade *in vitro* da matéria seca, fibra em detergente neutro e relação caule/folha de 92 acessos provenientes do INTA-Argentina, tendo como testemunha o Crioula. Os Índices de Mulamba & Mock, distância do genótipo ao ideótipo e Elston foram os mais adequados a esse tipo de estudo. Os genótipos Sequel, CUF 101, Siriver 2, Florida 77, Diamond, Sequel 2, LE N 2, Medina, Kern, Rio Grande, DK 166, DK 181, Perla SP INTA, WL 516, Rocio, LE Semit 711 e LE N 3 foram os indicados à seleção pelos maiores índices de Mulamba e Mock, distância do genótipo ao ideótipo e índice de Elston.

**Palavras-chave:** Ganho genético, índice de seleção combinada, *Medicago sativa* L., seleção direta

## ABSTRACT

### Estimates of genetic progress using different selection criteria in alfalfa genotypes

This study aimed to compare different selection criteria, indicate the selection method that provides larger estimates of genetic progress and identify superior genotypes for the evaluated morphological and bromatological characteristics. The experiment was conducted at Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo State, Brazil in a randomized blocks design, with two replicates. The evaluated characteristics were dry matter production, plant height, tolerance to diseases, phenotypic acceptance by animals, protein content, *in vitro* dry-matter digestibility, neutral detergent fiber and the stem/leaf relationship of ninety two alfalfa cultivars from INTA, Argentina. Cultivar Crioula was used as control.. Mulamba & Mock, distance from genotype to ideotype and Elston were most appropriate indexes for this type of study. The genotypes Sequel, CUF 101, Siriver 2, Florida 77, Diamond, Sequel 2, LE N 2, Medina, Kern, Rio Grande, DK 166, DK 181, Perla SP INTA, WL 516, Rocio, LE Semit 711 and LE N 3 were indicated for the selection considering the highest indexes obtained by Mulamba & Mock, distance from genotype to ideotype and Elston.

**Key words:** genetic progress, index of combined selection, *Medicago sativa* L., direct election.

Recebido para publicação em dezembro de 2007 e aprovado em fevereiro de 2010

<sup>1</sup>Engenheiro agrônomo, Doutor. Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs s/n, Campus Universitário, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. vasconceloses@vicosa.ufv.br, cdcruz@ufv.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutor. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, Rua Washington Luiz, km 234, Caixa-Postal 339, 13560-570, São Carlos, São Paulo, Brasil. reinaldo@cnpse.embrapa.br, adonis@cnpse.embrapa.br, rassini@cnpse.embrapa.br, ribeiro@cnpse.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

Na alfafa (*Medicago sativa* L.) e em outras espécies de forrageiras perenes, busca-se, normalmente, melhorar características morfológicas, fisiológicas e agronômicas que promovam maior rendimento, melhor qualidade da forragem e maior persistência das plantas no sistema de produção. Contudo, selecionar progênies superiores não é tarefa fácil, uma vez que os caracteres de importância, em sua maioria de herança quantitativa, apresentam comportamento complexo, por serem influenciados pelo ambiente e estarem inter-relacionados, de forma que a seleção de um provoca uma série de mudanças em outros (Cruz, 2006).

Para a obtenção de genótipos superiores, é necessária a reunião de uma série de atributos favoráveis em determinados genótipos que confirmem rendimento comparativamente maior e satisfaçam as exigências do mercado. Com isso, a seleção baseada em uma ou poucas características mostra-se inadequada, levando a um produto final superior apenas em relação aos poucos caracteres selecionados (Cruz & Regazzi, 1997).

Dentre as características agronômicas importantes para o melhoramento de forrageiras, a produção de matéria seca (PMS) se destaca e tem sido avaliada na maioria dos ensaios comparativos de desempenho de cultivares de alfafa (Moreira *et al.*, 1996; Julier *et al.*, 2000; Botrel *et al.*, 2001). Contudo, essas características apresentam, na maioria das situações, grande influência ambiental, como é o caso do potencial de produção de alfafa, o qual é em torno de 25 t MS ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, não sendo, muitas vezes, obtido por limitações edafoclimáticas (Fontes *et al.*, 1993).

Assim, a seleção simultânea de um conjunto de caracteres de expressividade econômica aumenta a chance de êxito de um programa de melhoramento. Para tal, a teoria de índice de seleção permite combinar as múltiplas informações contidas na unidade experimental, possibilitando a seleção com base em um complexo de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico. Desse modo, o índice de seleção constitui-se num caráter adicional, estabelecido pela combinação linear de vários caracteres, que permite efetuar, com eficiência, a seleção simultânea (Cruz & Regazzi, 1997; Cruz *et al.*, 2004).

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes critérios de seleção, indicar o método de seleção que propicia maiores estimativas e identificar os genótipos superiores quanto a características produtivas, morfológicas e bromatológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Pecuária Sudeste São Carlos, SP, tendo início em junho de 2004. No preparo do solo (Latossolo VermelhoAmarelo

distrófico) aplicaram-se 5,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico, um mês antes da semeadura. As adubações de plantio foram realizadas a lanço, de acordo com Rassini (1998), nas seguintes quantidades: 80 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 100 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O) e 30 kg ha<sup>-1</sup> de FTE-BR12 (B, 1,8%; Cu, 0,8%; Fe, 3,0%; Mn, 2,0%; Mo, 0,1%; e Zn, 9,0%). Para a adubação de cobertura aplicaram-se a lanço, após cada corte, 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de cloreto de potássio (KCl). Em junho de 2004, foi feita a semeadura de 92 acessos de alfafa provenientes do Instituto de Pesquisa da Argentina (INTA), tendo como testemunha a Crioula.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas foram constituídas de cinco linhas, cada uma com cinco metros de comprimento, e espaçamento de 20 cm entre linhas. Foram utilizados 20 kg de sementes viáveis por hectare, previamente inoculadas com estirpes de *Shinorhizobium meliloti*. Considerou-se como bordadura uma linha de cada lado e 0,50 m de cada extremidade da parcela. Os cortes de avaliação foram realizados quando a maioria dos genótipos apresentavam 10% de plantas em florescimento (Nuernberg, 1986).

As características avaliadas foram: produção de matéria seca, altura de planta (APC), tolerância a doenças (TD: 0- susceptível; 1- baixa resistência; 2- moderadamente resistente; 3- altamente resistente), aceitação pelos animais (1- excelente; 2- boa; 3- razoável; 4- ruim; e 5- péssimo), proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (FDN) e relação caule e folha (C/F). As análises bromatológicas foram realizadas no laboratório da Embrapa Pecuária Sudeste seguindo procedimentos descritos por Souza & Nogueira (2005).

Na predição de ganho genético, quanto a caracteres principais, pesos econômicos e ganhos desejados foram estabelecidos a partir dos próprios dados experimentais. Adotou-se como ganho desejado o correspondente a um coeficiente de variação genético (CVg) e como pesos econômicos o equivalente a um desvio-padrão genético (DPg).

Para a obtenção das estimativas dos progressos genéticos, utilizaram-se os seguintes critérios: seleções direta e indireta, índice clássico (Smith, 1936; Hazel, 1943), índice baseado em soma de "ranks" (Mulamba & Mock, 1978), índice base (Willians, 1962), índice de Subandi *et al.* (1973), índice baseado nos ganhos desejados (Pesek & Baker, 1969), índice baseado na distância ao ideótipo e índice de Elston (1963).

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de variabilidade entre os genótipos. As variáveis em que foi constatada a existência de variabilidade foram submetidas aos

diferentes critérios de seleção. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 1) indicaram existir variabilidade significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os genótipos quanto à PMS, AP, ID, PB e FDN. Porém, não foi observada variabilidade significativa entre os genótipos em relação à aceitação pelos animais, DIVMS e C/F.

A produção média de matéria seca por corte foi superior às obtidas por Costa *et al.* (2006) ao avaliarem 28 cultivares em Botucatu, São Paulo, obtendo média de 1,62 t ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>, e por Moreira *et al.* (1996), com 11 cultivares em Lavras, com média de 1,71 t ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup>, sem irrigação. Neste trabalho obtiveram-se na média, 2,0 t MS ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> sob irrigação.

Com relação ao teor de PB, Costa *et al.* (2006) verificaram teor de 22,39 %, próximo ao encontrado neste trabalho, que foi de 20,10%. Para os valores médios de FDN, Costa *et al.* (2006) não relataram diferença entre 28 cultivares de alfafa. Contudo, os valores médios (43,81%) foram inferiores aos observados neste trabalho (48,08%). Monteiro *et al.* (1998) verificaram efeito de cultivar nessa variável, com média de 42%, inferior ao constatado neste estudo.

A estimativa da herdabilidade caracteriza a eficiência do valor genotípico como preditor do valor fenotípico (Cruz, 2005). A altura de planta, avaliada no momento do corte, apresentou herdabilidade (52,87%) maior que a das demais características. A porcentagem de PB teve o segundo maior valor da herdabilidade (46,52%). Em relação à DIVMS e C/F, as herdabilidades foram nulas, indicando que praticar seleção para essas características, nestas condições experimentais, não proporcionaria ganhos genéticos e que o melhorista deve estar atento, em trabalhos futuros, para ampliar a variabilidade genética e mini-

mizar as influências ambientais sobre a variabilidade fenotípica.

A aceitação pelos animais, apesar de ter apresentado estimativa de herdabilidade positiva, foi descartada do processo de estimação dos ganhos com a seleção utilizando índice, em virtude dos genótipos não apresentarem variabilidade significativa para essa característica.

As estimativas de ganhos obtidas pelas seleções direta e indireta estão dispostas na Tabela 2. Como os genótipos não apresentaram variância genética estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) quanto à AF, DIVMS e CF, técnicas seletivas sobre essas características não devem proporcionar ganhos significativos nessas condições experimentais. Dessa forma, suas estimativas de ganhos genéticos devem ser desconsideradas.

A seleção direta sobre a PMS propiciou ganhos para as variáveis AP, PB e FDN. Contudo, como é desejável redução na média da característica ID para os genótipos selecionados, visando reduzir a incidência de doenças tendo como princípio menor susceptibilidade das cultivares selecionadas, a seleção direta para PMS não trouxe ganhos ideais para a ID, uma vez que os ganhos obtidos foram para o aumento da característica em questão. De maneira geral, nenhuma das seleções diretas propiciaram estimativas de ganhos genéticos satisfatórias em todas as características avaliadas.

A Tabela 3 contém os resultados das estimativas de ganhos genéticos obtidos pelo uso dos diferentes índices de seleção combinada. Pelos resultados, verifica-se que todos os índices propiciaram ganhos positivos para PMS, AP e FDN. Contudo, para a variável PB os índices Smith (1936), Hazel (1942) e Pesek & Backer (1969) propiciaram ganhos negativos.

Os índices que causaram ganhos negativos para a variável ID foram: Mulamba & Mock (1978), distância genótipo ao ideótipo e índice de Elston (1963). Estes três índices apresentam os melhores resultados de predição

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para os caracteres produção de matéria seca (PMS), altura de plantas no momento do corte (AP), incidência de doenças (ID), proteína bruta (PB) em porcentagem, fibras em detergente neutro (FDN), aceitação fenotípica (AF), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e relação caule e folha (C/F) avaliados em 92 genótipos de alfafa

Fonte de variação	GL	Quadrado médio							
		PMS (t ha <sup>-1</sup> 2 cortes <sup>-1</sup> )	AP (cm)	ID (%)	PB (%)	FDN (%)	AF (%)	DIVMS (%)	C/F
Blocos	1	1104795,56	72,50	0,35	6,53	48,22	0,14	7,71	0,43
Tratamentos	91	519316,31*	21,68**	0,16*	1,37**	15,61*	0,26 <sup>ns</sup>	7,26 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Resíduo	91	360290,29	10,22	0,10	0,73	10,05	0,21	8,14	0,02
Média		3997,22	51,40	1,82	20,31	48,08	2,30	65,59	0,86
Var. genotípica		79513,01	5,73	0,03	0,32	2,78	0,02	0,0	0,00
Var. fenotípica		259658,15	10,84	0,08	0,69	7,81	0,13	3,63	0,00
Herdabilidade (%)		30,62	52,87	34,40	46,54	35,63	17,81	0,00	0,00

<sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F, e \*e\*\* - significativo a 5 e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente;

de ganhos para as características avaliadas neste estudo. O índice de Mulamba & Mock (1978) também já foi indicado em outros trabalhos, como o que propiciou melhor resultado para a seleção de genótipos superiores, como os verificados na soja (*Glycine max*) (Costa *et al.*, 2004), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) (Santos & Araújo, 2001); e batata (*Solanum tuberosum*) (Barbosa & Pinto, 1998).

O índice de Elston ou índice multiplicativo também já foi referido como estratégia eficiente para obtenção de ganho genético, como no trabalho em feijão-de-corda de Santos & Araújo (2001).

Podem ser evidenciadas claras diferenças quando se comparam as estimativas de ganhos genéticos obtidos com a seleção direta e as estimativas com seleção que tem por base os índices de Mulamba & Mock (1978), a distância do genótipo ao ideótipo e o índice de Elston (1963). A seleção direta gera estimativas de ganhos superiores nas características principais (em seleção). Contudo, os ganhos indiretos são dos mais variados tipos, o que não acontece quando a seleção é praticada com os índices. Esses índices geraram distribuição dos ganhos nas características em análise, conforme já evidenciado por Cruz & Regazzi (1997) e Cruz *et al.* (2004).

Uma vez determinados os índices que propiciam maiores estimativas de ganhos genéticos é necessário realizar a determinação de qual grupo de genótipos deverá ser selecionado. Os grupos de genótipos indicados à seleção pelos índices de Mulamba & Mock (1978), distância do genótipo ao ideótipo e índice de Elston (1963) são apresentados na Tabela 4. Avaliando os índices recomendados, verifica-se que o índice proposto por Elston (1963) apresentou divergência quanto aos índices de Mulamba & Mock (1978) e do distância genótipo ao ideótipo. Observa-se que foram selecionados os genótipos Winter, F 686, Califórnia 50, DK 177 e Eterna pelo índice de Elston (1963) e que esses genótipos não foram selecionados pelos índices de Mulamba & Mock (1978) e distância do genótipo ao ideótipo.

Entre os índices de Mulamba & Mock (1978) e distância do genótipo ao ideótipo, apenas os genótipos Bárbara SP INTA (Mulamba e Mock, 1978) e Patrícia (distância genótipo ao ideótipo) divergiram. Dessa forma, pode-se recomendar que tanto o grupo indicado pelo índice de Mulamba & Mock (1978) quanto o de genótipos indicado pela distância do genótipo ao ideótipo podem ser selecionados, visando ganhos genéticos superiores em genótipos de alfafa.

**Tabela 2.** Estimativas de ganhos diretos e indiretos para as características produção de matéria seca (PMS), altura de plantas no momento do corte (AP), incidência de doenças (ID), proteína bruta (PB) em porcentagem, fibras em detergente neutro (FDN), aceitação fenotípica (AF), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e relação caule/folha (CF) obtidas pela seleção de 18 genótipos (20% de todos os genótipos) de alfafa dos 92 avaliados

Variável selecionada	Ganhos genéticos (%)							
	PMS	AP	ID	PB	FDN	AF	DIVMS	CF
PMS	5,09	2,62	1,81	0,48	0,60	0,70	0,00	0,22
AP	2,49	4,04	1,29	0,70	0,80	1,35	0,00	0,39
ID	0,94	0,76	7,63	0,12	0,82	1,67	0,00	0,10
PB	0,00	1,31	1,03	2,49	0,77	0,37	0,00	0,26
FDN	1,32	1,32	1,33	1,04	3,05	0,16	0,00	0,21
AF	0,16	1,14	0,81	0,75	0,37	3,39	0,00	0,08
DIVMS	1,06	1,49	1,33	0,27	0,58	0,27	0,00	0,14
CF	3,03	2,88	1,60	0,51	1,13	0,05	0,00	0,87

**Tabela 3.** Estimativas de ganhos genéticos obtidos com a seleção combinada das características produção de matéria seca (PMS), altura de plantas no momento do corte (AP), incidência de doenças (ID), proteína bruta (PB) em porcentagem e fibras em detergente neutro (FDN) obtidas pela seleção de 18 genótipos (20% de todos os genótipos) de alfafa, dos 92 avaliados

Índice de seleção	Ganhos genéticos (%)				
	PMS	AP	ID	PB	FDN
Smith (1936); Hazel (1943)	4,59	2,77	2,34	0,16	1,33
Mulamba & Mock (1978)	3,18	1,55	4,48	0,29	1,81
Base de Willians (1962)	5,09	2,62	1,81	0,48	0,60
Subandi <i>et al.</i> (1973)	3,88	2,67	4,96	0,63	0,41
Pesek & Backer (1969)	4,59	2,77	2,34	0,16	1,33
Elston (1963)	3,04	2,45	1,33	0,61	1,61
Distância ao ideótipo	3,01	1,4	4,75	0,15	1,85

**Tabela 4.** Genótipos de alfafa selecionados pelos índices de Mulamba & Mock (1978), distância ao ideótipo e Elston (1963) dentre os 92 genótipos avaliados

Ordem	Índices de seleção		
	Mulamba & Mock (1978)	Distância ao ideótipo	Elston (1963)
1	Sequel	Sequel	Sequel
2	CUF 101	CUF 101	Siriver 2
3	Siriver 2	Sequel 2	Sequel 2
4	Florida 77	Diamond	Florida 77
5	Diamond	Siriver 2	Medina
6	Sequel 2	Florida 77	Kern
7	LE N 2	Rocio	Rio Grande
8	Perla SP INTA	Perla SP INTA	LE N 2
9	Medina	WL 516	Diamond
10	Kern	LE N 2	CUF 101
11	WL 516	Medina	DK 181
12	Rio Grande	Rio Grande	F 686
13	Rocio	Kern	Winter
14	DK 166	DK 166	DK 166
15	LE Semit 711	DK 181	Califórnia 50
16	LE N 3	LE N 3	Eterna
17	Bárbara SP INTA	Patrícia	DK 177
18	DK 181	LE Semit 711	

Os genótipos Sequel, CUF 101, Siriver 2, Florida 77, Diamond, Sequel 2, LE N 2, Medina, Kern, Rio Grande, DK 166 e DK 181 foram indicados à seleção pelos índices de Mulamba & Mock (1978), distância do genótipo ao ideótipo e índice de Elston (1963), conjuntamente. Os genótipos Perla SP INTA, WL 516, Rocio, LE Semit 711 e LE N 3 foram selecionados apenas pelos índices de Mulamba & Mock (1978) e distância do genótipo ao ideótipo. Assim, foi obtido um grupo de 17 genótipos a serem selecionados, próximo de 20% do grupo de genótipos avaliados.

## CONCLUSÕES

Os índices de Mulamba e Mock, de distância do genótipo ao ideótipo e o de Elston podem propiciar progresso genético superior em alfafa em relação aos demais métodos empregados.

A seleção direta em alfafa, apesar de proporcionar os maiores ganhos para um determinado caráter, propicia, também, efeitos indesejáveis em outras características.

Os índices de seleção possibilitam a escolha de um grupo de genótipos de alfafa geneticamente superior.

Os genótipos Sequel, CUF 101, Siriver 2, Florida 77, Diamond, Sequel 2, LE N 2, Medina, Kern, Rio Grande, DK 166, DK 181, Perla SP INTA, WL 516, Rocio, LE Semit 711 e LE N 3 são indicados à seleção pelos índices de Mulamba & Mock (1978), distância do genótipo ao ideótipo e índice de Elston (1963), gerando um grupo de 17 genótipos, próximo de 20% do grupo de genótipos avaliados.

## REFERÊNCIAS

- Barbosa MHP & Pinto CABP (1998) Eficiência de índices de seleção na identificação de clones superiores de batata. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 33:149-156.
- Botrel MA, Ferreira RP, Alvim MJ & Xavier DF (2001) Cultivares de alfafa em área de influência da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 36:1437-1442.
- Costa C, Meirelles PR & Vieira ME de Q (2006) Produção de matéria seca e composição bromatológica de vinte cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.) em Botucatu-SP. Veterinária e Zootecnia, 12:42-51.
- Costa MM, Di Mauro AO, Unêda-Trevisoli SH, Arriel NHC, Bárbaro IM & Muniz FRS (2004) Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 39:1095-1102.
- Cruz CD (2006) Genes: biometria. Viçosa, Editora UFV. 302p.
- Cruz CD (2005) Princípios de genética quantitativa. Viçosa, Editora UFV. 394p.
- Cruz CD & Regazzi AJ (1997) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Editora UFV. 390p.
- Cruz CD, Regazzi AJ & Carneiro PCS (2004) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Editora UFV. 480p.
- Elston RC (1963) A weight free index for the purpose of ranking of selection with respect to several traits at a time. Biometrics, 19:85-97.
- Fontes PCR, Martins CE, Cóser AC & Vilela D (1993) 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, 22:205-211.
- Hazel LN (1943) The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics, 28:476-490.

- Julier B, Huyghe C & Ecale C (2000) Within and among cultivar genetic variation in alfafa: Forage quality, morphology in a yield. *Crop Science*, 40:365-369.
- Monteiro ALG, Costa C & Silveira AC (1998) Produção e distribuição de matéria seca e composição bromatológica de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, 27:868-874.
- Moreira A, Evangelista AR & Rodrigues GHS (1996) Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 31:407-411.
- Mulamba NN & Mock JJ (1978) Improvement of potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egyptian Journal Genetics and Cytology*, 7:40-51.
- Nuernberg NJ (1986) Técnicas de produção de alfafa. In: Congresso Brasileiro de Pastagem, Piracicaba. Anais, Piracicaba: FEALQ. p.145-160.
- Pesek J & Baker RJ (1969) Desired improvement in relation to selected indices. *Canadian Journal of Plant Science*, 49:803-804.
- Rassini JB (1998) Alfafa (*Medicago sativa*): estabelecimento e cultivo no Estado de São Paulo. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste. 22p.
- Santos, CAF & Araújo, FP de (2001) Aplicação de índices para seleção de caracteres agronômicos de feijão-de-corda. *Ciência Agrônômica*, 32:78-84.
- Smith HF (1936) A discriminant function for plant selection. *Annual Eugenics*, 7:240-250.
- Souza GB & Nogueira ARA (2005) Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Carlos, Embrapa Pecuária Sudeste. 334p.
- Subandi W, Compton A & Empig LT (1973) Comparison of the efficiencies of selection indices for three traits in two variety crosses of corn. *Crop Science*, 13:184-186.
- Willians JS (1962) The evaluation of a selection index. *Biometrics*, 18:375-393.