

ESTUDO DA HERDABILIDADE DA CAPACIDADE GERMINATIVA E DA DORMÊNCIA DE SEMENTES DE SENNA MULTIJUGA¹

ANGELA MARIA MALUF²

RESUMO - Com o objetivo de estudar a variação genética para dormência e germinação de sementes de *Senna multijuga*, realizou-se um ensaio de germinação a 33° C, utilizando 11 populações com um número de progênies por população variável de 2 a 12, totalizando 60 progênies. Tanto os efeitos de população como os de progênies dentro de população foram estimados. Os efeitos de progênies dentro de população foram estimados separadamente para cada população, a fim de evitar falta de homogeneidade de variância entre diferentes populações. Observou-se uma variação na germinação e dormência de semente tanto entre populações como entre progênies dentro de população. No geral, as herdabilidades (no sentido amplo) foram altas, variando de 0,78 a 0,98 para germinação e 0,78 a 0,99 para dormência de sementes.

Termos para indexação: germinação de sementes, variabilidade interpopulacional, variabilidade intrapopulacional.

VARIATION IN GERMINATIVE ABILITY AND SEED DORMANCY IN SENNA MULTIJUGA

ABSTRACT - To study the genetic variation in seed dormancy and germination of *Senna multijuga*, a germination trial was undertaken at 33°C, utilizing 60 progenies in 11 populations, with a progenie size per population varying from 2 to 12. Both population and progenies - within-population effects were estimated. The progenies-within-population effects were estimated separately per each population, to avoid lack of variance homogeneity among populations. Variation in seed dormancy and germination between populations, as well as between progenies-within-population was observed. In general, heritabilities (broad sense) were high, varying from 0,78 to 0,98 for seed germination and from 0,78 to 0,99 for seed dormancy.

Index terms: seed germination, intrapopulation variability, interpopulation variability.

INTRODUÇÃO

Senna multijuga (Rich.) Irwin & Barneby, conhecida vulgarmente como "amarelinha" e "aleluia", é uma leguminosa arbórea que ocorre em regiões da Mata Atlântica. As sementes apresentam dormência devido a tegumento impermeável à água.

Fatores ambientais como água, temperatura e luz podem influenciar a germinação e a dormência de sementes. Sawhney et al. (1986) observaram que a luz direta ou difusa e altas temperaturas determinam uma dormência secundária em sementes de *Avena fatua*.

Mesmo antes da formação das sementes estes fatores ambientais podem interferir em sua dormência. Em *Oxalis corniculata*, Holt (1987) observou que os efeitos da temperatura e do comprimento do dia em plantas maternas são determinantes para a germinação das sementes.

A dormência de sementes pode estar relacionada com o tamanho da semente. Marshall (1986) verificou que as sementes grandes de espécies anuais de *Sesbania* e sementes pequenas das espécies perenes germinam mais prontamente que as demais.

Durante a maturação das sementes de *Avena fatua*, Sawhney & Naylor (1979) observaram que em algumas linhas a temperatura alta reduziu a duração da dormência primária, e em outras, o efeito não foi tão evidente.

¹ Aceito para publicação em 3 de junho de 1993.

² Eng^o-Agr^o, Dr^a., Instituto de Botânica, Caixa Postal 4005, CEP 01061-000, São Paulo, SP.

A variação nas populações, variedades ou espécies de plantas, com relação à dormência de sementes, foi observada por Jana et al. (1979), Sawhney & Naylor (1979), Jain (1982), Gill & Blacklow (1985).

Estudando a variação genética entre famílias de algumas espécies de gramíneas anuais, Jain (1982) sugeriu que a dormência de semente tem herdabilidade baixa em *Avena barbata* e *Bromus mollis*, e alta, em *Trifolium hirtum*. Jana et al. (1979) estudaram a herança do comportamento da germinação em *Avena fatua* e observaram pelo menos três genes controlando a taxa de dormência primária.

O presente trabalho tem por objetivo estudar a variação genética na capacidade germinativa e na dormência de sementes de *Senna multijuga*.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas coletas de frutos maduros de plantas individuais de *Senna multijuga*, em onze locais (onze populações) no Estado de São Paulo, no período de maio a junho de 1988, procurando, nas regiões de Mata Atlântica, amostrar populações oriundas de áreas de planalto, litoral e serra. As descrições destas encontram-se na Tabela 1.

As sementes foram beneficiadas e acondicionadas em sacos de papel até serem utilizadas no ensaio.

Em setembro de 1989, realizou-se um ensaio de germinação envolvendo as 60 progênies de *Senna multijuga* representativas das onze populações. Para simular a con-

dição de falta de luz de sementes enterradas no solo, o ensaio foi realizado em caixas de germinação, sobre papel, no escuro. A temperatura utilizada foi de 33 °C. As sementes foram tratadas com fungicida Captan (polvilhamento) antes de serem colocadas para germinar. As irrigações com água destilada foram realizadas sempre que necessárias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com 4 repetições de 25 sementes. Os tratamentos consistiram de 11 populações, com um número de progênies por população variável de 2 a 12, totalizando 60 progênies. O modelo experimental utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + P_j(i) + E_k(ij)$$

onde,

μ = média geral

F_i = efeito (fixo) da i -ésima população ($i = 1, 2, \dots, 11$)

$P_j(i)$ = efeito (aleatório) da j -ésima progênie dentro da i -ésima população

$E_k(ij)$ = erro experimental

Para as estimativas das variâncias genética e ambiental, $P_j(i)$ e $E_k(ij)$ foram estimados separadamente para cada população, a fim de evitar falta de homogeneidade da variância entre diferentes populações.

O ensaio durou 22 dias, e, diariamente, transcorridas as primeiras 24 horas, foram feitas as contagens das sementes germinadas que eram removidas do ensaio. Foram consi-

TABELA 1 - Designação e origem das populações de *Senna multijuga*.

População	Nº de progênies	Designação das progênies	Origem
F- 1	4	P-1 a P-4	Mori-Guaçu- Faz. Campininha
F- 2	6	P-1 a P-6	Piracicaba-ESALQ
F- 3	7	P-1 a P-7	Campinas- UNICAMP
F- 4	5	P-1 a P-6	São Paulo-Instituto de Botânica
F- 5	2	P-1 a P-2	Rodovia dos trabalhadores (planalto)
F- 6	5	P-1 a P-5	Rodovia dos Tamoios (serra)
F- 7	3	P-1 a P-3	Rodovia Rio-Santos (litoral)
F- 8	4	P-1 a P-4	Estrada da Banana (serra)
F- 9	4	P-1 a P-4	Pariquera-Açu (planalto-serra)
F-10	7	P-1 a P-7	Estrada Pariquera - Cananéia (serra)
F-11	12	P-1 a P-12	Rodovia BR-116 (planalto)

deradas sementes germinadas as que apresentavam radícula igual ou superior 2mm.

No final do ensaio foram contadas as sementes duras, as embebidas e as infectadas (onde se incluíram as poucas plântulas defeituosas que ocorrem no ensaio). Foram consideradas sementes duras as que não embeberam água; sementes embebidas, as que absorveram água mas não germinaram nem apodreceram; e sementes infectadas, as que foram atacadas por microorganismos.

Foram calculados:

-porcentagem de germinação: G

$$G = \frac{\sum n_i \times 100}{N}$$

-índice de velocidade de emergência: IVE (Popinigs 1977).

$$IVE = \sum \left(\frac{n_i}{t_i} \right)$$

onde,

n_i = número de sementes germinadas no i -ésimo dia

t_i = tempo, em dias, para germinação

N = número de sementes colocadas para germinar

Todos os dados de porcentagem foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$, para aproximação à curva normal.

Dentro de cada população, foram calculadas as herdabilidades no sentido amplo (H^2) da capacidade germinativa e porcentagem de sementes duras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância para porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes duras (D), porcentagem de sementes embebidas (E), porcentagem de sementes infectadas (I) e para estas porcentagens transformadas em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$ (GT, DT, ET, IT) e para índice de velocidade de emergência (IVE) mostraram haver diferenças significativas pelo Teste F para todas as características para população e progênie dentro de população, exceto para I e IT, onde não houve diferenças entre as populações.

Através da Tabela 2, de médias de G, D, E, I e IVE, pode-se observar que houve uma grande variação entre as populações. Para germinação a variação foi de 6,50 a 59,80%, para sementes duras de 21,83% a 83,33%, para sementes embebidas de 0,50 a 24,25%, para sementes infectadas de 2,00 a 26,71% e para IVE de 0,44 a 4,11. Assim, verifica-se que em espécies não domesticadas como a *Senna multijuga*, a variação nestas características de germinação de sementes é bastante grande entre diferentes populações. Esta variação na capacidade germinativa entre espécies, populações ou variedades pode ser de origem genética ou ambiental. Jana et al. (1979), Sawhney & Naylor (1979), Jain (1982), Gill & Blacklow (1985) observaram que os fatores genéticos aliados ao ambiente ao qual a planta mãe está exposta são os determinantes da capacidade germinativa das sementes.

A análise da Tabela 3, das diferenças de porcentagem de germinação média entre as onze populações, mostra que F-1 (Moji-Guaçu) é semelhante a F-2 (Piracicaba), F-8 (Estrada da Banana), F-9 (Pariquera-Açu) e F-10 (Estrada Pariquera Cananéia). A F-2 (Piracicaba) também é semelhante a F-8 (Estrada da Banana), e assim sucessivamente. A única população diferente de todas as demais é a F-6 (Rodovia

TABELA 2 - Médias de porcentagem de germinação (G), porcentagem de sementes duras (D), porcentagem de sementes embebidas (E), porcentagem de sementes infectadas (I) e índice de velocidade de emergência (IVE) para onze populações de *Senna multijuga*.

População	G	D	E	I	IVE
F- 1	12,50	58,25	22,50	6,75	0,96
F- 2	6,50	83,33	8,17	2,00	0,44
F- 3	24,43	45,86	22,43	7,29	1,38
F- 4	46,33	21,83	11,67	20,17	3,42
F- 5	44,00	38,50	0,50	17,00	3,22
F- 6	59,80	29,40	2,40	8,40	4,11
F- 7	35,67	54,67	4,67	5,00	2,90
F- 8	12,50	59,00	24,25	4,25	0,90
F- 9	20,75	54,25	20,75	4,25	1,89
F-10	16,29	38,29	18,57	26,71	0,90
F-11	29,50	47,00	16,25	7,25	1,59

dos Tamoios), que é a que possui a maior capacidade germinativa ($G = 59,80\%$ - Tabela 2).

As Tabelas 4 a 6 apresentam os valores médios de progênies dentro de população, para porcentagem de germinação, porcentagem de sementes duras e índice de velocidade de emergência, respectivamente.

A análise da Tabela 4 mostra que não houve diferenças significativas ($\Delta=0,05$) pelo teste de Tukey apenas entre as progênies das populações F-2,

F-8 e F-9, indicando que na maior parte das populações estudadas, a capacidade germinativa expressa através da porcentagem de germinação é diferente conforme o indivíduo (progênie) analisado. O mesmo acontece para a porcentagem de sementes duras, pois no caso, não houve variação apenas entre progênies das populações F-2 e F-5 (Tabela 5). Muitos fatores ambientais, como temperatura (Sawhney & Naylor 1979, Sawhney et al. 1986, Holt 1987) e

TABELA 3 - Diferenças de porcentagem de germinação média entre onze populações de *Senna multijuga*.

	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11
F- 1	-										
F- 2	6,00 ^{ns}	-									
F- 3	11,93**	17,93**	-								
F- 4	33,83**	39,83**	21,90**	-							
F- 5	31,50**	37,50**	19,57**	2,33 ^{ns}	-						
F- 6	47,30**	53,30**	35,37**	13,47**	15,80**	-					
F- 7	23,17**	29,17**	11,24 ^{ns}	10,67 ^{ns}	8,33 ^{ns}	24,13**	-				
F- 8	0,00 ^{ns}	6,00 ^{ns}	11,93**	33,83**	31,50**	47,30**	23,17**	-			
F- 9	8,25 ^{ns}	14,25**	3,68 ^{ns}	25,58**	23,25**	39,05**	14,92**	8,25 ^{ns}	-		
F-10	3,79 ^{ns}	9,79**	8,14 ^{ns}	30,05**	27,71**	43,51**	19,38**	3,79 ^{ns}	4,46 ^{ns}	-	
F-11	17,00**	23,00**	5,07 ^{ns}	16,83**	14,50**	30,30**	6,17 ^{ns}	17,00**	8,75 ^{ns}	13,21**	-

TABELA 4 - Médias de porcentagem de germinação em progênies dentro de população, em onze populações (F-1 a F-11) de *Senna multijuga*.

Progênies dentro de população	População										
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11
P- 1	38,00	6,00	1,00	46,00	62,00	30,00	1,00	18,00	19,00	40,00	14,00
P- 2	4,00	5,00	2,00	30,00	26,00	53,00	49,00	6,00	20,00	5,00	3,00
P- 3	4,00	5,00	1,00	52,00		64,00	57,00	23,00	7,00	5,00	6,00
P- 4	4,00	1,00	54,00	37,00		69,00		3,00	37,00	12,00	2,00
P- 5		1,00	61,00	50,00		83,00				34,00	11,00
P- 6		21,00	39,00	63,00						15,00	38,00
P- 7			13,00							3,00	55,00
P- 8											14,00
P- 9											43,00
P-10											65,00
P-11											62,00
P-12											41,00

$\Delta_5\%:31,36$

fotoperíodo (Holt 1987), atuando durante ou após a formação das sementes, podem influenciar sua germinação.

Do mesmo modo, foi semelhante apenas o com-

portamento das progênes das populações F-2, F-8, F-9 e F-10 quanto ao índice de velocidade de emergência (Tabela 6); as progênes das demais populações mostraram um comportamento

TABELA 5 - Médias de porcentagem de sementes duras em progênes dentro de população, em onze populações (F-1 a F-11) de *Senna multijuga*.

Progênes dentro de população	População										
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11
P- 1	30,00	83,00	43,00	29,00	34,00	60,00	95,00	28,00	62,00	16,00	66,00
P- 2	77,00	87,00	76,00	4,00	43,00	26,00	43,00	59,00	67,00	40,00	86,00
P- 3	39,00	87,00	97,00	13,00		31,00	26,00	58,00	74,00	47,00	61,00
P- 4	87,00	74,00	22,00	43,00		26,00		91,00	14,00	67,00	82,00
P- 5		93,00	4,00	20,00		4,00				57,00	75,00
P- 6		76,00	8,00	22,00						0,00	23,00
P- 7			71,00								13,00
P- 8											60,00
P- 9											45,00
P-10											12,00
P-11											3,00
P-12											38,00

$\Delta_5\%:29,10$

TABELA 6 - Médias de índice de velocidade de emergência em progênes dentro de população, em onze populações (F-1 a F-11) de *Senna multijuga*.

Progênes dentro de população	População										
	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5	F-6	F-7	F-8	F-9	F-10	F-11
P- 1	3,23	0,39	0,04	3,14	4,63	1,98	0,01	0,88	1,92	1,97	0,67
P- 2	0,20	0,11	0,09	1,17	1,80	2,70	3,99	0,23	1,92	0,16	0,18
P- 3	0,16	0,40	0,01	4,67		3,85	4,68	2,19	0,55	0,21	0,40
P- 4	0,25	0,06	3,70	2,53		5,10		0,29	3,17	0,41	0,08
P- 5		0,08	3,55			6,91				2,33	0,54
P- 6		1,62	1,88							1,09	2,47
P- 7			0,41							0,13	4,74
P- 8											0,63
P- 9											2,11
P-10											3,75
P-11											2,31
P-12											1,20

$\Delta_5\%:2,71$

significativamente diferente pelo teste de Tukey ($\Delta=0,05$).

No entanto, as médias de progênies dentro de população foram semelhantes na maior parte dos casos quanto a porcentagem de sementes embebidas (E) e porcentagem de sementes infectadas (I). Para E, houve variação ($\Delta=0,05$) entre progênies apenas nas populações F-3, F-8 e F-10 e para I apenas em F-4 e F-10.

Como já foi dito, esta variação encontrada entre as progênies de uma população pode ser de origem genética ou apenas ambiental. Através das herdabilidades dos caracteres, apresentadas na Tabela 7, pode-se observar que tanto para porcentagem de germinação como para porcentagem de sementes duras estes valores, no geral, são altos, o que mostra que o comportamento genético é relativamente mais importante do que o ambiental dentro de populações de *Senna multijuga*. Entre famílias de *Avena barbata* e *Bromus mollis*, Jain (1982) encontrou herdabilidades baixas para a dormência de sementes, e para *Trifolium hirtum*, como no caso de *Senna multijuga*, aqui estudado, a herdabilidade referente a este caráter foi alta.

TABELA 7 - Herdabilidade (sentido amplo) da capacidade germinativa e da dureza de sementes em onze populações de *Senna multijuga*, calculada para porcentagem de germinação (G), para porcentagem de sementes duras (D) e para estes dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}/100$ (GT e DT).

População	Herdabilidade (H^2)			
	G	GT	D	DT
F- 1	0,86	0,88	0,92	0,89
F- 2	0,88	0,87	0,78	0,77
F- 3	0,97	0,97	0,99	0,98
F- 4	0,60	0,60	0,84	0,82
F- 5	0,92	0,91	0,31	0,34
F- 6	0,92	0,93	0,96	0,96
F- 7	0,98	0,89	0,97	0,97
F- 8	0,82	0,84	0,95	0,96
F- 9	0,78	0,81	0,97	0,96
F-10	0,93	0,90	0,98	0,99
F-11	0,94	0,94	0,96	0,95

Como não tem sentido fazer inferências a respeito de herdabilidade de dados transformados, e normalmente as análises de variância são feitas com estes dados para se conseguir uma distribuição normal dos mesmos, as herdabilidades foram calculadas com os dois tipos de dados (transformados e não transformados), e elas foram bastante equivalentes, garantindo, portanto, as conclusões aqui observadas (Tabela 7). As herdabilidades da capacidade germinativa (H^2), expressas em termos de porcentagem de germinação (G) e porcentagem de sementes duras (D) mostram que para G as herdabilidades foram altas ($H^2=0,78$ a $0,98$), exceto para F-4 ($H^2=0,60$) que foi média. Para D, as herdabilidades também foram altas ($H^2=0,78$ a $0,99$), exceto para F-5 ($H^2=0,31$), que foi baixa.

CONCLUSÃO

Existe variabilidade genética entre e dentro de populações de *Senna multijuga* referente a germinação e dormência de sementes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela bolsa de pesquisa e pelo auxílio financeiro concedidos, que contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- GILL, G.S.; BLACKLOW, W.H. Variations in seed dormancy and rates of development of great brome, *Bromus diandrus* Roth., as adaptations to the climates of southern Australia and implications for weed control. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v. 36, p.295-304, 1985.
- HOLT, J.S. Factors affecting germination in greenhouse-produced seeds of *Oxalis corniculata*, a perennial weed. *American Journal of Botany*, New York, v.74, p. 429-436, 1987.
- JAIN, S.K. Variation and adaptative role of seed dormancy in some annual grassland species. *Botanical Gazette*, Chicago, v. 143, p. 101-106, 1982.

- JANA, S.; ACHARYA, S.N.; NAYLOR, J.M. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 10. On the inheritance of germination behaviour. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v.57, p. 1663-1667, 1979.
- MARSHALL, D.D. Effect of seed size on seedling success in three species of *Sesbania* (Fabaceae). *American Journal of Botany*, New York, v. 73, p.457-464, 1986.
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1977. 289p.
- SAWHNEY, R., HSIAO, A.I.; QUICK, W.A. The influence of diffused light and temperature on seed germination of three genetically nondormant lines of wild oats (*Avena fatua*) and its adaptative significance. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 64, p. 1910-1915, 1986.
- SAWHNEY, R.; NAYLOR, J.M. Dormancy studies in seed of *Avena fatua*. 9. Demonstration of genetic variability affecting the response to temperature during seed development. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 57, p.59-63, 1979.