DISTRIBUIÇÃO FRACIONÁRIA DE ENERGIA E BIOLOGIA DA
SEMENTE DE *Stylosanthes angustifolia* Vog.
(LEGUMINOSAE - PAPILIONOIDEAE)

IMA CÉLIA GUIMARÃES VIEIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. PAULO SODERO MARTINS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Maio - 1987

V658

Vieira, Ima Célia Guimarães

Distribuição fracionária de energia e
biologia da semente de *Stylosanthes angus-
tifolia* Vog. (Leguminosae - Papilionoideae)
Piracicaba, 1987.

128p. ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia

1. Leguminosa forrageira. 2. Genética
ecológica. T. Escola Superior de Agricul-
tura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

CDD 633.3

DISTRIBUIÇÃO FRACIONÁRIA DE ENERGIA E BIOLOGIA DA
SEMENTE DE *Stylosanthes angustifolia* Vog.
(LEGUMINOSAE - PAPILIONOIDEAE)

IMA CÉLIA GUIMARÃES VIEIRA

Aprovada em: 23.06.1987

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins

ESALQ/USP

Prof. Dr. Roland Vencovsky

ESALQ/USP

Prof. Dr. Gil Martins Felipe

IB/UNICAMP

Prof. Dr. Paulo Sodero Martins
Orientador

Aos meus pais e irmãos
Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Paulo Soderó Martins, pela orientação segura e dedicada e principalmente pela amizade e incentivo despendidos durante todo o curso.

Ao Dr. Akihiko Ando, pelo apoio prestado durante os ensaios de laboratório, cedendo-nos os equipamentos dos laboratório de Radiogenética do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP).

Aos Professores Roland Vencovsky e Humberto de Campos, pela ajuda concedida na análise estatística dos dados.

Ao funcionário Ronaldo Rabello, pela colaboração prestada durante a condução dos trabalhos de laboratório.

Ao Dr. Yoshitaka Tanaka da Universidade de Tóquio, pela produção fotográfica.

À amiga Chieno Suemitsu, pela ajuda valiosa na confecção dos gráficos.

À amiga Elizabeth Ann Veasey, pela elaboração do summary e sugestões oferecidas durante a realização deste trabalho.

À Srt^a Sandra de Marchi, pelo auxílio na datilografia.

Às amigas Marli Mattos, Fátima Alves e Maria do Pilar Neves, pela ajuda prestada no início deste trabalho em Belém.

A todos os colegas da pós-graduação, especialmente aos amigos Gothardo Marcon, Isabel Lavendowsky, Jorge Alberto G. da Silva, Maria Lúcia C. Vieira e Paulo de S. Gonçalves pela convivência intensa, apoio e incentivo constantes, neste período em que convivemos em Piracicaba.

À amiga Nilce T.P. Sigrist pela colaboração na revisão das re
rências bibliográficas.

A todos os Professores e funcionários do Departamento de Genêti
ca, pela atenção dispensada.

A todas as demais pessoas, que direta ou indiretamente contri
buíram para a conclusão deste trabalho, o nosso sincero agra
decimento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. O Gênero <i>Stylosanthes</i>	03
2.1.1. Considerações gerais.....	03
2.1.2. Descrição Botânica.....	04
2.1.3. Distribuição Geográfica e Ecológica..	05
2.2. A Espécie <i>Stylosanthes angustifolia</i>	06
2.2.1. Considerações Gerais.....	06
2.2.2. Descrição Botânica.....	06
2.2.3. Distribuição Geográfica e Ecológica..	07
2.3. Distribuição Fracionária de Energia	09
2.4. Biologia da Semente.....	15
2.4.1. Características Morfológicas do Fruto e da Semente.....	15
2.4.2. Dormência e Germinação de Sementes...	18
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1. Material.....	30
3.2. Métodos.....	31
3.2.1. Coleta de Sementes.....	31
3.2.2. Multiplicação de Sementes.....	32
3.2.3. Ensaio em Vasos.....	32
3.2.4. Ensaios de Germinação.....	35

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1. Avaliação da Produção de Sementes e Flores ("seed-set") e Caracterização Morfológica do Fruto e Semente.....	43
4.2. Determinação do Padrão de Distribuição Fra cionária de Energia.....	64
4.3. Efeito do Dimorfismo do Lomento sobre a Ger minação das Sementes.....	71
4.4. Efeito de Temperaturas Constantes sobre a Germinação de Sementes Intactas.....	84
4.5. Efeito de Temperaturas Alternadas sobre a Germinação de Sementes Intactas.....	97
4.6. Avaliação da Variabilidade Genética com Rela ção à Dormência de Sementes.....	109
5. CONCLUSÕES.....	117
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1: Porcentagem de sementes dos artículos apical e basal, por mês, em relação à média produzida por 10 plantas das populações de <i>S. angustifolia</i>	45
FIGURA 2: Porcentagem de sementes dos artículos apical e basal produzidas durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 1983 no campo de multiplicação de sementes instalado em Belém do Pará.....	47
FIGURA 3: Porcentagem de sementes dos artículos apical e basal produzidas durante os meses de abril a novembro de 1985, no ensaio em vasos instalado em Piracicaba/SP.....	48
FIGURA 4: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_1 de <i>S. angustifolia</i>	49
FIGURA 5: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_2 de <i>S. angustifolia</i>	50
FIGURA 6: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_3 de <i>S. angustifolia</i>	51
FIGURA 7: Número total de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por planta da população P_1	54
FIGURA 8: Número total de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por planta da população P_2	55

FIGURA 9: Número total de flores, do <u>artículo</u> <u>api</u> cal e do <u>artículo</u> basal produzidos por planta da população P_3	56
FIGURA 10: Lomento biarticulado de <i>S. angustifolia</i> ..	58
FIGURA 11: Lomento mal-formado de <i>S. angustifolia</i> ...	58
FIGURA 12: Padrão de coloração do tegumento da <u>semen</u> te apresentado pela população P_1 e P_3	63
FIGURA 13: Padrão de coloração do tegumento da <u>semen</u> te apresentado pela população P_2	63
FIGURA 14: Distribuição fracionária de energia <u>ex</u> pressa em porcentagem de peso seco total para caule + ramos, folhas, raízes, <u>flo</u> res + brácteas, frutos e esforço reprodu tivo (E.R.) de populações de <i>S. angustifo</i> <i>lia</i>	68
FIGURA 15: Porcentagem média de germinação de <u>semen</u> tes do <u>artículo</u> apical e basal, <u>escari</u> ficadas e não escarificadas, de <u>popula</u> ções de <i>S. angustifolia</i>	73
FIGURA 16: Porcentagem média de germinação de <u>semen</u> tes dos <u>artículos</u> apical e basal, <u>escari</u> ficadas e não escarificadas, de <u>popula</u> ções de <i>S. angustifolia</i>	74
FIGURA 17: Velocidade média de germinação de <u>semen</u> tes dos <u>artículos</u> apical e basal, <u>escari</u> ficadas e não escarificadas de populações de <i>S. angustifolia</i>	82

- FIGURA 18: Gráfico representativo das linhas de regressão quadrática, confeccionado a partir das estimativas dos parâmetros das equações, para as duas populações de *S. angustifolia* consideradas sensíveis..... 89
- FIGURA 19: Porcentagem média de sementes germinadas, embebidas, mortas e duras obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas constantes sobre a germinação de sementes de populações de *S. angustifolia*.. 93
- FIGURA 20: Porcentagem média de germinação para o regime de temperaturas constantes, mostrando o comportamento de três populações de *S. angustifolia*..... 97
- FIGURA 21: Velocidade média de germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas constantes na germinação de sementes..... 98
- FIGURA 22: Porcentagem média de sementes germinadas, dormentes e mortas obtidas no ensaio de avaliação do efeito de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes de populações de *S. angustifolia*..... 104
- FIGURA 23: Porcentagem média de germinação para o regime de temperaturas alternadas, mostrando o comportamento de três populações de *S. angustifolia*..... 107
- FIGURA 24: Velocidade média de germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas alternadas na germinação de sementes..... 108

FIGURA 25: Porcentagem média de germinação de sementes de famílias de populações de <i>S. angustifolia</i>	114
--	-----

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1: Número e porcentual médio dos artigos apical e basal, cada um contendo uma semente, produzidos por mês, para populações de <i>S. angustifolia</i>	44
TABELA 2: Número total de flores, número total de sementes e "seed-set", produzidas por planta individual das populações de <i>S. angustifolia</i>	53
TABELA 3: Dimensões dos artigos apical e basal de populações de <i>S. angustifolia</i>	59
TABELA 4: Algumas características do lomento e da semente de 3 populações de <i>S. angustifolia</i> ..	60
TABELA 5: Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos na análise de variância dos dados obtidos no ensaio de distribuição fracionária de energia.....	65
TABELA 6: Médias em gramas e porcentuais médios de 10 plantas, do peso seco do caule + ramos, folha, raízes, brácteas + flores, frutos e esforço reprodutivo médio (E.R.) de populações de <i>S. angustifolia</i>	66
TABELA 7: Número de dias decorridos da semeadura ao início do florescimento e esforço reprodutivo de populações de <i>S. angustifolia</i>	71
TABELA 8: Porcentagem média de germinação e respectivo desvio padrão, das sementes do artigo apical e basal, escarificadas e não escarificadas de populações de <i>S. angustifolia</i> ..	72

TABELA 9: Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância dos dados obtidos no estudo do efeito do dimorfismo do lomento sobre a germinação das sementes de 3 populações de <i>S. angustifolia</i>	75
TABELA 10: Médias de germinação de sementes dos artigos apical e basal de 3 populações de <i>S. angustifolia</i>	77
TABELA 11: Médias de germinação de sementes escarificadas e não escarificadas de 3 populações de <i>S. angustifolia</i>	77
TABELA 12: Médias de germinação de sementes apicais e basais, escarificadas e não escarificadas da espécie <i>S. angustifolia</i>	79
TABELA 13: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação (s_t^2) das sementes dos artigos apical e basal, escarificadas e não escarificadas de populações de <i>S. angustifolia</i>	81
TABELA 14: Resumo da análise de variância individual dos dados obtidos nos ensaios de germinação de sementes intactas de populações de <i>S. angustifolia</i> submetidas a diferentes temperaturas constantes.....	85
TABELA 15: Resumo da análise de variância conjunta dos dados transformados em $\arcsin \sqrt{\%}/100$, obtidos no estudo do efeito de temperaturas constantes sobre a germinação, de populações de <i>S. angustifolia</i>	87

TABELA 16: Porcentagem média de germinação das sementes intactas de populações de <i>S. angustifolia</i> , obtida na avaliação do efeito de temperaturas constantes na germinação de sementes.....	87
TABELA 17: Regressão polinomial para os regimes de temperaturas constantes de populações de <i>S. angustifolia</i> e seus respectivos valores de significância.....	88
TABELA 18: Porcentagem média de sementes embebidas, mortas e duras, obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas constantes sobre a germinação de sementes de populações de <i>S. angustifolia</i>	92
TABELA 19: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação (s_t^2) das sementes de populações de <i>S. angustifolia</i> , submetidas ao regime de temperaturas constantes.....	95
TABELA 20: Resumo da análise de variância individual dos dados obtidos nos ensaios de germinação de sementes intactas de populações de <i>S. angustifolia</i> submetidas a diferentes alternâncias de temperaturas.....	99
TABELA 21: Resumo da análise de variância conjunta dos dados transformados em $\arcsen \sqrt{V\%/100}$, obtidos no estudo do efeito de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes intactas de populações de <i>S. angustifolia</i>	100

TABELA 22: Porcentagem média de germinação das sementes intactas de populações de <i>S. angustifolia</i> , obtida na avaliação do efeito de temperaturas alternadas na germinação de sementes.....	101
TABELA 23: Porcentagem de sementes embebidas, mortas e duras, obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes de populações de <i>S. angustifolia</i>	103
TABELA 24: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação (s_t^2) das sementes de populações de <i>S. angustifolia</i> submetidas ao regime de temperaturas alternadas	106
TABELA 25: Resumo da análise de variância dos dados transformados em $\arcsin \sqrt{V\%/100}$ e valores do coeficiente de variação genética (CVg) e do coeficiente de determinação genotípica (b), obtidos para o caráter germinação de sementes.	110
TABELA 26: Porcentagem média de germinação, tempo médio de germinação ($\bar{t}$) e variância do tempo médio de germinação (s_t^2) de sementes intactas de famílias de populações de <i>S. angustifolia</i> ...	111
TABELA 27: Porcentagem média de sementes embebidas, mortas e duras, obtidas no final do ensaio de avaliação da variabilidade genética com relação à dormência de sementes.....	112

DISTRIBUIÇÃO FRACIONÁRIA DE ENERGIA E BIOLOGIA DA
SEMENTE DE *Stylosanthes angustifolia* Vog.
(LEGUMINOSAE - PAPILIONOIDEAE)

Autora: IMA CÉLIA GUIMARÃES VIEIRA
Orientador: Prof. Dr. PAULO SODERO MARTINS

RESUMO

No presente trabalho, foram estudadas três populações de *S. angustifolia* Vog. coletadas em áreas de campina amazônica na Ilha do Marajó, Estado do Pará, tendo em vista determinar o padrão de distribuição fracionária de energia e estudar a biologia da semente.

Após a coleta de sementes em condições naturais e sua multiplicação, ambas realizadas em Belém do Pará, foram desenvolvidos os ensaios em vasos e em laboratório.

Em área do Departamento de Genética da ESALQ/USP em Piracicaba, foi instalado ensaio em vasos cuja finalidade foi avaliar a distribuição fracionária de recursos, a produção de sementes dos artículos apical e basal e de flores e a caracterização morfológica do lomento e da semente.

Em condições controladas de laboratório, foram realizados diversos ensaios de germinação, com os objetivos de: a) avaliar o efeito do dimorfismo do lomento sobre a germinação das sementes; b) avaliar a influência de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes intactas; c) analisar a variabilidade intra e interpopulacional com relação à dormência de sementes.

As seguintes conclusões básicas decorrem dos

resultados obtidos:

1) A espécie *S. angustifolia* apresentou-se como estrategista r, possuindo valor médio de esforço reprodutivo de 41,22%.

2) O fruto desta espécie é um lomento biarticulado, possuidor de um apêndice terminal em forma de gancho e bastante longo, que persiste no ápice do artigo superior. Entretanto, nas condições de Piracicaba, houve considerável redução da produção do artigo inferior (basal).

3) Épocas diferentes de produção de sementes dos dois artigos, garantem a dispersão das mesmas por um período de tempo mais prolongado.

4) Os baixos valores de "seed-set" obtidos para as três populações, demonstraram que grande quantidade de flores não chegaram a formar sementes, ou seja, há baixa relação semente-flor.

5) Há grande variabilidade intra e interpopulacional no padrão de cor do tegumento da semente, formando um gradiente que vai desde o amarelo claro até a cor preta.

6) As sementes escarificadas dos dois artigos, apresentaram maior porcentagem de germinação, maior velocidade de germinação e maior uniformidade na germinação, comparativamente às sementes que não foram submetidas à escarificação artificial.

7) A faixa de temperatura de 30°C a 35°C foi considerada ideal para a espécie *S. angustifolia*, no que se

refere à germinação das sementes. No entanto, essas temperaturas provocaram menores velocidades de germinação e desuniformidade no processo germinativo.

8) A temperatura de 45°C foi letal para as sementes desta espécie.

9) Dentro da amplitude de 25°C a 40°C , qualquer choque de temperatura alternada promoveu efetiva quebra de dormência das sementes de *S. angustifolia*, de maneira tal que proporcionou respostas semelhantes no que se refere à capacidade germinativa, velocidade de germinação e grau de uniformidade na germinação.

10) Grande variabilidade interpopulacional foi encontrada, quanto à porcentagem de sementes germinadas. No entanto, a nível intrapopulacional, só foi encontrada variação em uma das populações. Provavelmente este resultado foi provocado pela baixa quantidade de famílias amostradas dentro de cada população.

11) Baixos valores do coeficiente de variação genética (CVg) encontrados para todas as populações indicam que pouca variação de natureza genética está presente nas populações, quanto ao caráter dormência de sementes.

12) As diferentes famílias dentro de cada população, no entanto, diferiram tanto na capacidade de germinação como na velocidade de germinação e/ou no grau de uniformidade durante o período de observação da germinação.

RESOURCE ALLOCATION AND SEED BIOLOGY OF
Stylosanthes angustifolia Vog. (LEGUMI
NOSAE - PAPILIONOIDEAE)

Author: IMA CÉLIA GUIMARÃES VIEIRA
Adviser: Prof. Dr. PAULO SODERO MARTINS

SUMMARY

Three populations of *S. angustifolia* collected in areas of "campina amazônica", Marajó Island, State of Pará, Brazil, were evaluated in order to determine the pattern of resource allocation and to study the seed biology.

After the sampling of seeds in natural conditions and its multiplication, both at Belém do Pará, pot and laboratory trials were conducted.

A pot trial was installed in area of the Department of Genetics, ESALQ/USP, in Piracicaba, with the aim of evaluating resource allocation, seed production of lower and upper article, flower production and the morphological characterization of the loment and seed.

Several germination trials were conducted in laboratory controlled conditions, with the objectives of: a) evaluate the effect of the loment's dimorphism on seed germination; b) evaluate the influence of constant and alternating temperatures on the germination of intact seeds; c) analyse the intra and inter populational variability related to seed dormancy.

The main conclusions were as follows:

1) The *S. angustifolia* species behaved as r-strategist, with a mean value of 41.22% for reproductive effort.

2) The fruit of this species is a biarticulated loment, with a very long coil shaped terminal appendix which persists at the top of the upper article. However, there was a considerable reduction on the lower article production, when the species was grown in Piracicaba.

3) The differential time of seed production of the two articles, assure their dispersion through an extended period of time.

4) The low values of seed-set obtained for the three populations, showed that a large quantity of flowers did not produce seed, i.e., there was a low flower-seed ratio.

5) There is a large intra and inter populational variability in the seed coat color pattern, forming a gradient ranging from yellow to black.

6) The scarified seeds of both articles showed a large germination percentage, germination rate and uniformity, when compared to the nonscarified seeds.

7) The temperature range of 30°C to 35°C was considered ideal, in the experimental conditions, for *S. angustifolia* concerning the seed germination. Still, these temperatures led to lower germination rates and desuniformity on the germination process.

8) The temperature of 45°C was lethal for the seeds of this species.

9) Within the range of 25°C to 40°C, any alternating temperature treatment promoted effective seed

dormancy breaking, giving similar responses concerning the germination capacity, germination rate and uniformity.

10) There was a large inter populational variability concerning seed germination. However, considering intra populational variability only one showed variation. This result, was probably, due to the low quantity of families sampled within each population.

11) The low values obtained for the genetic coefficient of variation for all populations showed that low genetic variation exists within them, concerning the seed dormancy.

12) However, the several families within each population, differed either for the germination capacity as for the germination rate and/or the degree of uniformity during the evaluation period of germination.

1. INTRODUÇÃO

A estrutura e a dinâmica de populações de espécies de leguminosas herbáceas tropicais, dentre elas as do gênero *Stylosanthes* Sw., vêm sendo estudadas no Brasil, com o objetivo de entender as estratégias adaptativas destas populações em seus habitats naturais e também oferecer parâmetros para futuros trabalhos de melhoramento (MARTINS, 1984).

Os estudos relacionados à biologia de populações envolvem geralmente, a análise separada dos diferentes estádios do ciclo vital das espécies vegetais, levando-se em conta que cada etapa está sujeita a diferentes pressões de seleção natural (HARPER, 1977; SOLBRIG, 1980). Dessa maneira, as fases de pré-dispersão, dispersão, germinação e estágio adulto têm despertado maior interesse para pesquisas com este grupo de plantas e informações básicas sobre os padrões de alocação de energia, caracterização morfológica do fruto e sua relação com a dispersão das sementes, mecanismos de controle da germinação e a determinação dos padrões de distribuição espacial e de abundância de diversas espécies nativas de *Stylosanthes* vêm se acumulando (BARRIGA, 1979; PATERNIANI & MARTINS, 1979; SOARES, 1980; BATTISTIN, 1981; PATERNIANI, 1984; REIS, 1984).

Dentro deste contexto, o presente trabalho, desenvolvido com três populações de *Stylosanthes angustifolia* Vog. coletadas em áreas de campina amazônica no Estado do Pará, envolve o estudo autoecológico da espécie e tem os seguintes objetivos específicos:

- a) Determinar o padrão de alocação de energia da espécie;
- b) Avaliar a produção de sementes e flores e a relação de "seed-set";
- c) Realizar a caracterização morfológica do fruto e semente das populações;
- d) Avaliar a influência do dimorfismo do fruto sobre a germinação das sementes;
- e) Avaliar o efeito de temperaturas constantes e alternadas sobre a germinação de sementes intactas.
- f) Analisar a variabilidade intra e interpopulacional com relação à dormência de sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Gênero *Stylosanthes*

2.1.1. Considerações Gerais

Stylosanthes é um gênero da subtribo *Stylosanthinae*, tribo *Aeschynomeneae*, subfamília *Papilionoideae*, família *Leguminosae* (RUDD, 1981).

Desde o século XVIII existem trabalhos taxonômicos sobre *Stylosanthes*. SWARTZ em 1788 estabeleceu o gênero com duas espécies: *S. procumbens* (igual *S. hamata* (L.) Taub.) e *S. viscosa*. O primeiro estudo crítico do gênero foi a revisão de VOGEL em 1838, que reconheceu 15 espécies e dividiu-as em duas seções, *Styposanthes* e *Eustylosanthes*, com base na presença de um eixo floral rudimentar e duas bracteólas internas e ausência do eixo e apenas uma bracteóla interna, respectivamente (MOHLENBROCK, 1957; MANNETJE, 1984).

Outra importante revisão do gênero foi realizada por MOHLENBROCK (1957, 1963) que reconheceu 30 espécies, agrupando-as em duas seções: *Styposanthes* (14 espécies) e *Astyposanthes* (11 espécies), de acordo com a presença ou ausência de um eixo rudimentar associado a cada flor.

O gênero compreende cerca de 40 espécies e um número variável de subespécies e variedades, dependendo da análise taxonômica de cada autor.

MANNETJE (1977) analisou a variação intraespecífica em *S. guianensis* e baseou a taxonomia do gênero principalmente na morfologia do fruto, com ênfase no seu formato e no estilete residual. Por outro lado, COSTA & FERREIRA (1977) e FERREIRA & COSTA (1979), basearam-se no hábito de crescimento, número de feixes vasculares e tipo de venação do folíolo. Esses autores realizaram os mais recentes trabalhos taxonômicos do gênero e reconheceram 25 espécies para o Brasil.

Entre as leguminosas tropicais e subtropicais, o gênero *Stylosanthes* vem se destacando como um dos mais promissores como forrageiro (FERREIRA & COSTA, 1979). Além disso, nesse gênero, e em outros como *Centrosema* e *Desmodium*, com espécies que possuem alta capacidade colonizadora e grande diversidade ecológica, além de cultivares selecionadas pelo homem para utilização em pastagens artificiais, vêm sendo estudados, tanto em condições naturais como em condições controladas, os inúmeros aspectos da biologia de populações, com o objetivo de se entender as estratégias adaptativas e a dinâmica populacional desse grupo de plantas na região tropical (MARTINS, 1984).

2.1.2. Descrição Botânica

Espécies de *Stylosanthes* geralmente são herbáceas ou subarborescentes eretas, semi-eretas ou prostradas, perenes ou anuais, cuja altura varia entre 20 a 120 cm, às vezes ultrapassando 1,50 m; caules, em geral denso-ramificados, lenhosos na base e herbáceos no ápice; raízes pouco ou muito ramificadas, geralmente com nódulos bacterianos; folhas compostas trifoliadas, imparipenadas; estípulas bidentadas, geralmente rígidas, de pilosidade variada ou glabras, multinervadas, amplexicaules; inflorescência bastante variada, com poucas ou muitas flores, podendo ser alongada e estreita (*S. angustifolia*, entre outras),

curta e ovoide ou elítico-oblonga a semi-globoide e congesta. As flores são de coloração amarela, laranjas com ou sem estrias purpúreas ou brancas, envolvidas por brácteas e bractéolas; o cálice é um tubo alongado e estreito, piloso ou não com 4 a 5 lobos; corola do tipo papilionado com um estandarte, 2 asas e um quilha encurvada, menor que as asas; androceu com 10 estames monadelfos unidos em um tubo com 5 estames de anteras maiores e filetes curtos e 5 estames com anteras menores e filetes longos; o gineceu é de ovário monocarpelar com 1 ou 2 óvulos, com estilete alongado e glabro com estigma terminal; fruto do tipo lomento com 1 a 2 artículos férteis glabros ou pilosos, às vezes o superior apresenta-se glabro e o inferior piloso ou com glândulas sésseis no ápice do artículo, às vezes, recobrimdo-o totalmente, com reticulado denso ou pouco pronunciado. Rudimento do estilete muito variado no tamanho, indo desde muito longo a medianamente longo e reduzido em muitas espécies; semente ovóide, lisa, de coloração preta, marrom, amarela, pintagalda de escuro e castanho-claros.

2.1.3. Distribuição Geográfica e Ecológica

A distribuição natural do gênero se estende pelas regiões tropical, subtropical e temperada das Américas, na África Tropical e Sudeste da Ásia. Tal distribuição alcança 77° de latitude, desde 36°S a 41°N.

Por outro lado, a América do Sul contém a maioria das espécies do gênero e provavelmente aí seja o seu centro de origem e evolução (WILLIAMS et alii, 1984).

Estudos taxonômicos recentes têm aumentado o número de espécies conhecidas no Brasil. No estado de Minas Gerais ocorrem 19 das 25 espécies reconhecidas para o Brasil. Tal fato sugere que o Brasil, e especificamente o estado de Minas Gerais, seja o centro de diversidade de

Stylosanthes (FERREIRA & COSTA, 1979, 1984).

Todas as espécies da América do Sul ocorrem, principalmente, em solos ácidos (WILLIAMS et alii, 1984). FERREIRA & COSTA (1979) verificaram que a maioria das espécies do gênero ocorre em solos pobres, de baixa fertilidade, com alto teor de alumínio e pobres em cálcio e fósforo. São frequentes em campo ou campo-cerrado, restingas, campos rupestres, assim como em locais com altitude de 1.200 a 1.300 m.

De acordo com LEITÃO FILHO & LOVADINI (1974) o gênero *Stylosanthes* se distribui principalmente no Brasil Central e Nordeste, preferencialmente em solos arenosos e em ambientes de baixa pluviosidade.

2.2. A espécie *Stylosanthes angustifolia*

2.2.1. Considerações Gerais

A espécie *S. angustifolia* pertence a seção *Astyposanthes* (MOHLEMBROCK, 1957), sendo que poucos estudos têm sido desenvolvidos com essa espécie.

A reprodução é predominantemente autógama (STACE, 1984), com ciclo de vida anual (WILLIAMS et alii, 1984) e diploide, com $2n = 20$ cromossomos (STACE & CAMERON, 1984).

2.2.2. Descrição Botânica

Stylosanthes angustifolia Vog.

in Linnaea 12:63. 1838, ex char. (t: Sellow s.n.)

Sinonímia:

Stylosanthes angustissima Klotzsch, in Schomburgk, Faun. Fl. Brit. Guin. 1200. 1840, ex char.

Astyposanthes angustifolia (Vog.) Herter, in Rev. Sudamer. Bot. 7:209. 1943.

Caules geralmente eretos, muito ramificados desde a base, alcançando 1 m de altura, cobertos de pelos longos, híspidos ou glabrescentes. Folíolos lineares e linear-lanceolados, com ápice de agudo a acuminado com 10 a 20 mm de comprimento por 2 a 3 mm de largura, glabros ou com poucos pelos em ambas as faces; pecíolo com 12 a 14 mm de comprimento, piloso-cerdoso a glabro; ráquis com 1,5 a 4,0 mm de comprimento; estípulas alongadas piloso cerdosas, 5 a 7 nervuras conspícuas, com 8 a 9 mm de comprimento. Espigas alongadas, estreitas, de comprimento variável entre 20 a 45 mm de comprimento, raramente maiores, multifloras; brácteas unifolioladas, folíolo central bastante reduzido, pilosas ou piloso-cerdosas, com 5 a 6 mm de comprimento, 11 a 13 nervadas. Bractéola ciliada, longa; eixo rudimentar ausente. Flores amarelas, cálice de tubo curto, com 3 a 5 mm de comprimento, 4 lobado, ciliado; vexilo de suborbiculado a obovado com 3 a 4 mm de comprimento; ala e carena falcadas, com 3 a 3,5 mm de comprimento, auriculadas. Lomento com 10 a 12 mm de comprimento, sendo 3/4 do comprimento, correspondente ao estilete reticulado. Semente oblonga amarela, com 2 mm de comprimento.

2.2.3. Distribuição Geográfica e Ecológica

Segundo MOHLEMBROCK (1957), a espécie *S. angustifolia* ocorre naturalmente na Guiana, Guiana Francesa, Suriname e Norte do Brasil.

WILLIAMS et alii (1984) elaboraram um mapa de distribuição da espécie (MAPA 1) que mostra a ocorrência

cia de *S. angustifolia* desde 9°N até 12°S , abrangendo 21° de latitude.

MAPA 1: Distribuição da espécie *S. angustifolia*
(WILLIAMS et alii, 1984)

No Brasil, MOHLEMBROCK (1957) relaciona a ocorrência dessa espécie no Pará, Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Rio Branco. FERREIRA & COSTA (1979) acrescentam, ainda, sua ocorrência em Pernambuco, Paraíba, Roraima, Bahia, Amazonas, Amapá e Rio de Janeiro.

HUBER (1898) e MIRANDA (1909) em coletas realizadas na Ilha do Marajó, Pará encontraram *S. angustifolia* sobre dunas e tesos arenosos da costa da ilha. Por sua vez, BASTOS (1984) realizando levantamento florístico em áreas de campinas e campos naturais do Município de Salvaterra, localizado nessa mesma ilha, encontrou esta espécie consorciada com a vegetação arbórea e arbustiva, em baixa frequência.

Pelo que podemos constatar pela literatura encontrada, a espécie *S. angustifolia* apresenta distribuição geográfica restrita e ocupa ambientes muito homogêneos, sempre solos altos e arenosos.

2.3. Distribuição Fracionária de Energia

De acordo com o Princípio da Alocação de Energia, cada indivíduo assimila uma quantidade finita dos recursos disponíveis, que deve ser alocada para o crescimento, manutenção, defesa e reprodução (CODY, 1966). Um primeiro esforço para incorporar esse princípio a uma teoria geral dos padrões de história de vida foi feito por MCARTHUR & WILSON (1967), que formularam a hipótese de que habitats sujeitos a alta taxa de mortalidade independente da densidade selecionarão espécies que alocam, proporcionalmente, maior esforço à reprodução (estrategistas r), enquanto habitats com taxas de mortalidade dependente da densidade, selecionarão genótipos com maior capacidade competitiva, que alocam mais energia às atividades de crescimento e manutenção (estrategistas K).

A ênfase de muitos estudos sobre alocação de recursos tem sido dada ao "esforço reprodutivo", que é a proporção de recursos destinada para reprodução em relação à quantidade total de recursos fixada pela planta (HIRSHFIELD & TINKLE, 1975).

O método mais direto de determinação da alocação de energia dos tecidos de plantas é através de bomba calorimétrica (EVENSON, 1983). Entretanto, HARPER & OGDEN (1970) introduziram um método de estudo de alocação de energia em plantas que consiste em separar, de plantas individuais, suas diversas partes de acordo com sua função, e expressar a alocação de energia como a propor

ção da biomassa seca total alocada à cada parte. Por outro lado, HICKMAN & PITELKA (1975) consideram não ser necessário o uso de calorimetria para determinação dos padrões de alocação de energia em populações de plantas que acumulam primariamente carboidratos. Assim, para as legu^{MF}minosas herbáceas, a distribuição de biomassa seca fornece uma boa estimativa da distribuição de energia, e, consequentemente, do esforço reprodutivo (SOARES, 1980).

Uma revisão completa dos estudos sobre alocação de energia associados a diferentes estratégias de história de vida, assim como a diferentes habitats, foi realizada por EVENSON (1983). Os resultados desses estudos foram resumidos e as seguintes generalizações foram propostas:

1) Peso de biomassa seca pôde ser considerada uma boa medida dos padrões de alocação de energia;

2) Reprodução vegetativa e sexual, de uma maneira geral, competem pelos mesmos recursos, sendo que, a reprodução vegetativa ocorre à custa da reprodução sexual;

3) O custo energético gasto para produzir sementes a partir de fecundação cruzada é maior do que para sementes produzidas por autofecundação;

4) Estudos sobre dioícia indicam que plantas masculinas e femininas utilizam os recursos diferentemente, seja através de diferentes fenologias, diferentes seleções de habitats ou dimorfismo sexual. Além do mais, plantas femininas possuem maior esforço reprodutivo do que plantas masculinas;

5) Estudos sobre esforço reprodutivo de espécies com diferentes formas de vida confirmam a expectativa de que as plantas perenes geralmente gastam menor pro

porção de seus recursos para reprodução, do que plantas anuais.

6) Espécies cultivadas e espécies selvagens possuem semelhantes valores de esforço reprodutivo;

7) Plantas colonizadoras, que vivem em habitats perturbados, apresentam maior esforço reprodutivo do que plantas de habitats menos perturbados, isto é, o esforço reprodutivo diminui com o aumento da maturidade dos locais;

8) O aumento da densidade tende a diminuir o esforço reprodutivo;

9) Umidade geralmente tem significativa influência no esforço reprodutivo, mas seu efeito preciso parece ser fortemente relacionado às características das espécies sob estudo;

10) Luz e fertilidade do solo como fatores limitantes, têm influência direta no esforço reprodutivo.

De uma maneira geral, os estudos sobre padrões de alocação de energia têm sido realizados entre populações de uma mesma espécie (HARPER & OGDEN, 1970; GADGIL & SOLBRIG, 1972; ABRAHAMSON & HERSHEY, 1977; BARRIGA, 1979; SOARES, 1980; GRACE & WETZEL, 1981; PRIMACK & ANTONOVICS, 1982; JURIK, 1983) ou entre espécies de um mesmo gênero (SARUKÁN, 1976; BOSTOCK & BENTON, 1979; BROUILLET & SIMON, 1979; REIS, 1984),

Quanto à avaliação da natureza plástica ou genética do esforço reprodutivo, não tem sido muitos os trabalhos realizados.

No estudo desenvolvido por ABRAHAMSON & HERSHEY (1977) com duas populações da espécie anual *Impatiens capensis* foi verificada haver uma constância na aloca

ção de recursos nas duas populações que se desenvolveram tanto no campo, em diferentes condições de umidade, como em casa de vegetação. Os autores concluíram que a distribuição dos recursos sofreu muito pouca influência ambiental, ou seja, permaneceu sob forte controle genético.

Por outro lado, HICKMAN (1975) verificou para populações da espécie anual *Polygonum cascadense* que o padrão de alocação de energia foi fortemente influenciado pelo ambiente.

Os componentes genéticos e ambientais do esforço reprodutivo foram investigados por PRIMACK & ANTONOVICS (1982) em oito populações de *Plantago lanceolata*. As populações se desenvolveram em condições naturais, no campo, e sob condições controladas. Os resultados indicaram diferenças significativas entre as populações, quanto ao esforço reprodutivo, em cada um dos ambientes. Entretanto, a baixa correlação entre as médias de esforço reprodutivo das populações que se desenvolveram no campo e aquelas das populações submetidas a condições controladas, sugeriram que as diferenças manifestadas no campo foram devido, principalmente, aos fatores ambientais.

GRACE & WETZEL (1981) realizaram estudo com o objetivo de separar as variações ambiental e genotípica, na alocação de biomassa em populações de *Typha latifolia* que vivem em habitats de diferentes maturidades sucessionais. As diferenças na alocação de biomassa sob condições uniformes controladas indicaram diferenças biotípicas entre populações, tal que habitats expostos a altos níveis de perturbação apresentaram biotipos com maior esforço reprodutivo. Em contraste, os biotipos de habitat com mais intenso stress de densidade alocaram mais biomassa para produção de raiz, uma característica considerada importante para a competição. Dessa forma, os autores concluíram que ambas as variações genotípicas e ambientais, na alo

cação de biomassa contribuíram igualmente para crescimento e reprodução.

Para QUIN (1985), "a importância relativa dos determinantes genéticos e ambientais das variações na alocação de recursos entre populações de uma mesma espécie ainda não está esclarecida, devido à carência de experimentos bem conduzidos, com a finalidade de separar esses componentes, e ainda, devido às tendências de se considerar "plasticidade fenotípica" como influência ambiental e não diferenças genéticas". O autor argumenta que, sendo a plasticidade fenotípica de um determinado caráter, controlada geneticamente, as populações podem variar em plasticidade com relação à variação ambiental local e previsibilidade, ou seja, o grau de plasticidade ou resposta diferencial das populações, observada em vários anos no campo, ou determinada através de experimentos, será função do ambiente específico aos quais os genótipos estão expostos.

Estes problemas nas interpretações dos dados, aliados à necessidade de mais pesquisas em um maior número de espécies tornam difíceis testar as hipóteses teóricas à respeito da plasticidade versus diferenciação genética.

Alguns estudos sobre alocação de energia foram desenvolvidos no Brasil com espécies do gênero *Stylo*santhes (BARRIGA, 1979; SOARES, 1980; REIS, 1984).

BARRIGA (1979) avaliou a distribuição fracionária de energia em oito populações de *S. humilis*. Os resultados indicaram alocação diferencial de recursos para o sistema radicular, as partes vegetativas e reprodutivas. Entretanto, todas as populações se comportaram como estrategistas r. Por outro lado, as populações precoces apresentaram maior esforço reprodutivo do que as popula

ções de florescimento tardio.

SOARES (1980) comparou a distribuição de energia entre dez populações de *S. guianensis*. Os resultados obtidos indicaram que: 1) as populações de *S. guianensis* provenientes de ambientes instáveis destinaram mais recursos à reprodução, do que as populações de ambientes mais estáveis. Por outro lado, as populações com plantas de hábito de crescimento prostrado destinaram mais recursos à parte vegetativa (estrategistas K) quando comparadas as populações com hábito de crescimento ereto e semi-ereto, que se comportaram como estrategistas r; 2) o padrão de distribuição de energia das populações estudadas não se apresentou diretamente relacionado ao caráter grau de precocidade, como preconizada pela teoria de seleção r e K.

REIS (1984) no seu trabalho com diferentes espécies de gênero *Stylosanthes* Sw. analisou a distribuição fracionária de energia e chegou às seguintes conclusões: 1) as espécies perenes destinaram maior fração de seus recursos energéticos para as atividades não reprodutivas, em relação às espécies de ciclo de vida mais curto. Desse modo, as espécies e variedades perenes *S. guianensis* var. *microcephala*, *S. guianensis* var. *canescens*, *S. viscosa*, *S. hamata* e *S. scabra* se comportaram como estrategistas K, enquanto a espécie anual *S. humilis* se comportou como estrategista r; 2) populações oriundas de ambientes instáveis destinaram mais recursos à reprodução do que as populações de ambientes mais estáveis, enquanto as populações com hábito de crescimento prostrado ou semi-prostrado alocaram maior quantidade de recursos energéticos à produção de folhas e ramos (estrategistas K) do que as populações de porte ereto (estrategistas r); 3) houve correlação positiva entre o esforço reprodutivo e as espécies que apresentaram maturidade sexual precoce.

Todos esses dados obtidos com leguminosas herbáceas nativas do Brasil estão de acordo com o que preconiza a teoria de seleção r e K , desenvolvida por MCARTHUR & WILSON (1967) de que as populações de ciclo de vida mais curto, maturidade sexual precoce e as populações sujeitas a ambientes hostis, possuem maior esforço reprodutivo quando comparadas às populações perenes, tardias e àquelas sujeitas a ambientes mais estáveis (MARTINS, 1984).

Esses trabalhos mostraram, ainda, a existência de ampla variabilidade entre populações de uma mesma espécie, o que indica que diferentes pressões de seleção atuando em ambientes heterogêneos determinam diferentes estratégias reprodutivas.

2.4. Biologia da Semente

2.4.1. Características Morfológicas do Fruto e da Semente

Em quase todas as espécies de *Stylosanthes*, a unidade de dispersão é um único segmento não deiscente da vagem contendo uma semente. O fruto é um lomento que possui uma ou duas articulações ou segmentos. A articulação superior ou apical possui, geralmente, um apêndice em forma de gancho, que é o estilete residual reduzido (MOHLEMBROCK, 1957; FERREIRA & COSTA, 1979; MCKEON & MOTT, 1984).

A morfologia do fruto, principalmente a forma e o comprimento do apêndice, é uma das principais características utilizadas na classificação a nível de espécie por MANNETJE (1984). Entretanto, dentre as características menos utilizadas, está o número de artículos da vagem por ser muito variável. Algumas vezes ambos os óvulos são fertilizados e se desenvolvem, formando articulações

apicais e basais, porém outras vezes é apenas a articulação superior que forma o fruto. Raramente é a articulação basal que se desenvolve e, nesse caso, o artigo apical é murcho possuindo apenas um apêndice rudimentar.

Por outro lado, as características do lomento e do apêndice têm importantes implicações na dispersão (BOGDAN, 1977; BARRIGA, 1979; MCKEON & MOTT, 1984), seja através da aderência a pelos de animais, roupas etc.. Para MARTINS^{1/}, entretanto, o aglomerado formado pelas sementes, que se enroscam umas às outras através do apêndice terminal, facilita a dispersão pelo vento ou água.

O dimorfismo do fruto também está associado a diferenças na dispersão de sementes das diferentes espécies, tanto no espaço como no tempo (BARRIGA, 1979; SOARES, 1980; REIS, 1984).

SOARES (1980) verificou que a dispersão das sementes de *S. guianensis*, que só apresenta o artigo superior com semente fértil, é bastante restrita à projeção da copa da planta-mãe e relacionou tal fato ao modelo de distribuição espacial colonial apresentado pelas populações estudadas.

No estudo autoecológico de *Stylosanthes humilis*, BARRIGA (1979) interpretou a existência do dimorfismo do lomento e a época diferencial de maturação das sementes dos dois artigos, como mecanismos adaptativos que favorecem a dispersão diferencial no tempo desses artigos, sendo que o artigo apical está adaptado à dispersão à longa distância e o artigo basal à manutenção da população no local de origem.

1/ MARTINS, P.S. (ESALQ/USP - Departamento de Genética, Piracicaba). Comunicação Pessoal, 1986.

Este autor verificou ainda, a influência do dimorfismo do lomento sobre a germinação das sementes e constatou não haver diferença significativa entre as porcentagens de germinação das sementes dos artículos apical e basal, em todas populações estudadas.

A nível interespecífico, REIS (1984) fez algumas considerações a respeito das características morfológicas do fruto e da semente, relativas às estratégias adaptativas das espécies que apresentam o lomento biarti-culado: *S. debilis*, *S. scabra*, *S. hamata*, *S. humilis*, *S. leiocarpa*, e *S. viscosa*.

Para essas espécies, a época diferencial de produção de sementes dos dois artículos apical e basal, é um mecanismo que amplia o período de dispersão de suas sementes. Por outro lado, como foi observado por BARRIGA (1979), o artículo superior apresenta função na dispersão das sementes à longa distância. enquanto o artículo inferior deve desempenhar relevante papel na manutenção das espécies no local original da planta-mãe.

A importância das sementes provenientes do artículo basal para a perpetuação das espécies de *Stylo*santhes estudadas por esse autor, foi evidenciada pelo expressivo número de sementes produzidas e pela semelhança observada na germinabilidade, quando comparadas às sementes do artículo apical.

Informações contraditórias e incompletas são encontradas na literatura quanto às características morfológicas do fruto e da semente de *S. angustifolia*.

Segundo MOHLEMBROCK (1957) o lomento de *S. angustifolia* é completamente pubescente, apresenta apenas o artículo superior com semente fértil; mede 0,8 a 1,5 mm de largura e 2,0 a 3,0 mm de comprimento; apêndice com 2,5 a 4,0 mm de comprimento, fortemente uncinado a circinado, usualmente maior

que o artículo superior. Por outro lado, de acordo com FERREIRA & COSTA, (1979) o lomento mede 10 a 12 mm, sendo $\frac{3}{4}$ do comprimento correspondente ao estilete reticulado. As sementes são oblongas, de coloração amarela, com 2 mm de comprimento.

2.4.2. Dormência e Germinação de Sementes

A) Aspectos Gerais

A semente ocupa uma posição crítica na história de vida de uma planta superior. O sucesso com o qual o novo indivíduo é estabelecido - o tempo, o lugar e o vigor da plântula jovem - é grandemente determinado pelas características fisiológicas e químicas da semente (BEWLEY & BLACK, 1985).

Um dos mais arriscados estádios do ciclo de vida de uma planta é a fase de germinação (SCLBRIG, 1980), que deve ocorrer apenas em certas épocas do ano, em resposta a circunstâncias favoráveis ou quando a densidade e a competição potencial dos adultos é menor. Desse modo, a germinação pode ser impedida por vários mecanismos de dormência, que estão portanto, relacionados ao controle da germinação de sementes (QUINLIVAN, 1971). Tal controle existe em dois níveis: quando a dormência é devido inteiramente ao estado da semente (controle interno) e quando envolve a operação de fatores ambientais (controle externo) (BEWLEY & BLACK, 1985).

Sementes dormentes são reconhecidamente sementes viáveis que não germinam, mesmo quando providas das condições normais de temperatura, umidade e composição gasosa (BLACK, 1970; ROBERTS, 1972). Para LABOURIAU (1983), entretanto, esta definição de dormência é muito restrita. Formula assim, um conceito mais geral de dormên

cia: "Dizem-se dormentes as sementes que, depois de expostas a determinadas condições ambientais, seja durante a maturação, seja após esse processo, apresentam alteração restritiva das condições exigidas para a germinação, efeito esse que apresenta caráter indutivo e só pode ser removido por tratamentos específicos (ditos de pós-maturação ou de quebra de dormência), também de caráter indutivo e em geral muito diferentes dos tratamentos causadores de dormência". Para esse autor, a dormência não é uma condição negativa inespecífica de "falta de germinação", é uma modalidade de desenvolvimento, um padrão de diferenciação da semente que se traduz por alterações químicas, e não por crescimento.

Uma semente pode se tornar dormente em dois estádios do seu ciclo de vida. O primeiro é quando ainda está atrelada à planta-mãe: quando isso acontece, a semente é dispersa em um estado já dormente denominado dormência primária. O segundo é geralmente, quando uma semente madura embebida, não dormente, encontra condições que não favorecem a sua germinação, as sementes então, entram em um estado de dormência secundária (SACCO, 1963).

Três tipos de dormência são reconhecidos por HARPER (1977): inata, induzida e forçada. Dormência inata é a condição das sementes que ainda presas à planta-mãe são impedidas de germinar, quando expostas a condições normais do ambiente, por alguma propriedade do embrião, do endosperma associado ou estruturas maternas. Dormência induzida é uma condição adquirida, de inabilidade para germinar, causada por alguma experiência após a maturação. Dormência forçada é causada por alguma restrição ambiental como estresse d'água, baixa temperatura etc..

LABOURIAU (1983) considera que toda dormência é induzida e que o verdadeiro sentido da discriminação entre a dormência "inata" e a "adquirida" ou "força

da" é que, em certos casos, a dormência é induzida durante a maturação da semente e, em outros, na semente livre.

Um enorme número de estudos sobre dormência de sementes tem sido conduzido, a maioria por fisiologistas, que tentam entender os mecanismos que inibem e promovem a germinação (BLACK, 1970; VILLIERS, 1972; MAYER & SHAIN, 1974; MAYER & POLJAKOFF-MAYBER, 1975; HUMPHREYS, 1981; BEWLEY & BLACK, 1985). Esses estudos têm revelado uma imensidade de fatores que influenciam na germinação em diferentes espécies, incluindo intensidade de luz, fotoperíodo, qualidade da luz (composição espectral), temperatura, flutuação de temperatura, nitratos, níveis de O_2 e CO_2 , pH, umidade e abrasão física do tegumento da semente.

Como causas da dormência, esses autores afirmam que podem estar relacionadas ao tegumento da semente ou estruturas associadas que impedem a entrada de água ou gases, contêm inibidores ou oferecem resistência mecânica à germinação. Do mesmo modo, ela pode ser imposta pelo embrião que pode ser imaturo, deficiente metabolicamente ou sofrer de dormência secundária, induzida por mudança ambiental posterior à maturação da semente. A combinação de duas ou mais causas também pode ocorrer.

A impermeabilidade do tegumento das sementes de leguminosas herbáceas tropicais, entre elas as do gênero *Stylosanthes*, parece ser o mecanismo mais comum de dormência (GARDENER, 1975; ROLSTON, 1978; GILBERT & SHAW, 1979). Alguns autores atribuem tal fato a fatores ambientais e genéticos (DONNELLY, 1970).

CAMERON (1967) observou em *S. humilis* que altas temperaturas do solo contribuem para o declínio do grau de dureza da semente e a época de colheita exerce influência tanto no grau de dureza como no índice de germi

nação. MOTT & MCKEON (1982) confirmam a observação de CAMERON (1967) e afirmam que tanto para *S. humilis* como para *S. hamata*, há diminuição na dureza do tegumento da semente quanto mais alta for a temperatura do solo. Entretanto, ARGEL & HUMPHREYS (1983) observaram que *S. hamata* tem a impermeabilidade diminuída por baixas temperaturas durante o florescimento e maturação das sementes e este fato está associado com baixo conteúdo de umidade da semente recém colhida e com condições de armazenamento variadas.

B) Temperatura e Germinação de Sementes de Leguminosas

Uma das características da dormência de sementes em muitas espécies é a sua dependência da temperatura. Neste tipo de dormência chamada relativa, a condição dormente é exibida apenas em certas temperaturas (MORLEY, 1958; TOOLE, 1973).

A temperatura atua na regulação da germinação de três maneiras: 1) determinando a capacidade e a velocidade de germinação; 2) removendo dormência primária e/ou secundária; 3) induzindo dormência secundária (BEWLEY & BLACK, 1985). É importante ressaltar que os efeitos da temperatura na germinação de sementes dormentes são diferentes de sementes não dormentes. Por exemplo, quando sementes com dormência relativa são testadas em diferentes temperaturas, a germinação ocorre apenas dentro de um certo limite, mas este limite não é necessariamente o limite de temperatura para a germinação, mas sim o limite de temperatura no qual não há dormência. Quando a dormência de tais sementes é removida, a germinação ocorre em limites mais amplos de temperaturas.

Em condições naturais, sementes estão comumente sujeitas a temperaturas flutuantes, por exemplo, bai

as temperaturas à noite e altas temperaturas durante o dia. Tais flutuações de temperaturas são frequentemente efetivas na quebra da dormência (QUINLIVAN, 1971). Altas temperaturas podem aumentar a perda da permeabilidade as sim como a dormência de sementes em várias leguminosas (QUINLIVAN, 1968).

WILLIAMS & ELLIOT (1960) estudaram os aspectos ecológicos da impermeabilidade do tegumento das sementes de três leguminosas anuais (*Trifolium incarnatum*, *T. subterraneum* e *T. hirtum*) na Califórnia. Em geral, eles encontraram que altas temperaturas da superfície do solo durante o verão mediterrâneo promoveram a quebra da dormência, o que não ocorreu durante o inverno.

QUINLIVAN (1966) afirma que a flutuação da temperatura deve ser de certa magnitude para promover a máxima taxa de quebra de dormência. sujeitando as sementes de *Trifolium subterraneum* a flutuações de temperatura de 25°-30°C por 210 dias, chegou a conclusão que esta aiternância de temperatura foi totalmente ineficiente na quebra da dormência, porém as flutuações de 15°-45°, 15°-60° e 15°-75°C causaram permeabilidade do tegumento da maioria das sementes.

Dentre as espécies do gênero *Stylosanthes*, as que apresentam importância como forrageiras são as mais estudadas do ponto de vista da influência de temperaturas constantes e alternadas sobre a germinação de sementes, tanto na Austrália como no Brasil.

CAMERON (1967) evidenciou que a temperatura ótima de germinação para a espécie *S. humilis* na Austrália foi 25°C. Temperaturas acima ou abaixo de 25°C estavam associadas a uma diminuição da velocidade de germinação. Outras espécies de *Stylosanthes* foram estudadas

por MCIVOR (1976) com o objetivo de avaliar a influência de temperaturas alternadas e constantes e do estresse d'água na germinação. Dessa forma, para *S. humilis* cv. Paterson, *S. subserí*cia 38605, *S. fruticosa* 41219, *S. visco*sa 34904, *S. scabra* 40292, *S. guianensis* 40294 e *S. guí*anensis cv. Cook, as maiores porcentagens e velocidades de germinação ocorreram a 25°C. Temperaturas maiores ou menores que 25°C reduziram a germinação das sementes.

GIBERT e SHAW (1979) estudaram o efeito de tratamentos quentes na dureza de sementes de *S. scabra*, *S. hamata* cv. Verano e *S. viscosa* CPI 34904. O maior aumento na germinação do fruto da cultivar Verano foi obtido com ar quente a 25°C embora este tratamento reduzisse a germinação de *S. scabra* CPI 34925 de 45% (a 75°C) para 5% devido à morte das sementes. O maior aumento na germinação de *S. scabra* ocorreu a 75°C.

No Brasil, alguns estudos relativos à biologia das sementes de espécies nativas de *Stylosanthes* vêm sendo realizados.

BARRIGA (1979) avaliou a influência de várias temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes de oito populações de *S. humilis*. Os resultados alcançados mostraram que as temperaturas de 20 e 25°C foram as ideais para a espécie, pois todas as populações atingiram as mais elevadas porcentagens de germinação nesse intervalo de temperatura. Nas temperaturas de 15°C, 30°C, 35°C e 40°C houve redução na porcentagem de germinação das sementes.

Os ensaios envolvendo regime de alternância de temperaturas evidenciaram maiores porcentagens de germinação nas alternâncias de menor amplitude térmica, principalmente quando se considerava 20 e 25°C. Além disso, alternância de temperaturas apresentaram, em geral, índi

ces de germinação inferiores aos alcançados pelos ensaios com temperaturas constantes.

Quando o autor considerou as diferenças entre as populações, quanto a este fator ambiental, encontrou de um lado populações estáveis e populações sensíveis. Concluiu, então, que, de certa forma, a temperatura exerce influência na distribuição espacial das populações.

Estudos de germinação e dormência de sementes das espécies *S. capitata*, *S. macrocephala*, *S. scabra*, *S. grandifolia*, *S. humilis*, *S. gracilis*, *S. viscosa*, *S. guianensis* var. *microcephala*, *S. guianensis* var. *canescens*, *S. guianensis* var. *vulgaris* foram realizados por BATTISTIN (1981). Os resultados indicaram que a porcentagem de dormência para todas as espécies e variedades estudadas nas condições de 15°C, 25°C e 35°C foi bastante alta. Entre as espécies, aquelas que demonstraram menor porcentagem de dormência a 15°C foram *S. humilis* (78,37%) e *S. guianensis* var. *canescens* (76,69%), a 25°C, as espécies *S. viscosa* e *S. guianensis* var. *canescens* (respectivamente 83,38% e 33,36%) e a 35°C as espécies *S. humilis* e *S. viscosa* (85,03 e 83,36% respectivamente). A autora concluiu, diante do comportamento das espécies e variedades, para o fator temperatura, que existe um considerável grau de variabilidade retido em cada uma delas.

REIS (1984) realizou um amplo estudo autoecológico de diferentes espécies de *Stylosanthes*, o qual incluiu a análise do efeito de temperaturas constantes e alternadas sobre a germinação de sementes escarificadas e não-escarificadas. As espécies avaliadas foram *S. debilis*, *S. guianensis* var. *canescens*, *S. guianensis* var. *microcephala*, *S. scabra*, *S. hamata*, *S. humilis*, *S. leiocarpa* e *S. viscosa*.

De um modo geral, para a maioria das espécies de *Stylosanthes* estudadas, 25°C e 30°C constituíram as temperaturas mais favoráveis para a obtenção de maiores percentuais de germinação, tanto de sementes escarificadas como não escarificadas. Temperaturas abaixo ou acima desta faixa reduziram a porcentagem de sementes germinadas.

Com exceção das variedades *S. guianenses* var. *canescens* e *S. guianensis* var. *microcephala*, todas as outras espécies evidenciaram redução da porcentagem de germinação de sementes não escarificadas, quando submetidas às temperaturas constantes mais baixas (15°C e 20°C).

Com relação às temperaturas alternadas, em geral, estas proporcionaram elevadas porcentagens de germinação de sementes escarificadas de todas as espécies. Entretanto, à exceção de *S. viscosa*, todas se comportaram como insensíveis às diferentes alternâncias de temperaturas.

Os diferentes regimes de alternância de temperaturas, influenciaram significativamente a porcentagem de germinação das sementes não escarificadas de todas as espécies, exceto das variedades *S. guianensis* var. *canescens* e *S. guianensis* var. *microcephala*, que se mostraram insensíveis.

O efeito de temperaturas constantes e alternadas na germinação de sementes e frutos de *S. macrocephala* cv. Pioneiro foi estudado por SILVA (1984). Os resultados alcançados, considerando a germinação das sementes, permitiram a separação em quatro grupos de temperatura, indo do grupo mais eficiente para causar germinação até o grupo que a inibe. Na condição de luz, as temperaturas de 20°, 25° e 30°C, compreendem o primeiro grupo. O segundo grupo é composto pelas temperaturas de 15° e 35°C. O ter

ceiro grupo compreende somente a de 10°C e o quarto grupo a de 5°C. No escuro, o primeiro grupo engloba as temperaturas de 15°, 20°, 25° e 30°C; o segundo grupo compreende a temperatura de 35°C; o terceiro grupo inclui a temperatura de 10°C e o quarto grupo a temperatura de 5°C.

As velocidades de germinação foram menores a 15° e 35°C sob luz do que no escuro. Nas outras temperaturas, as velocidades de germinação foram praticamente iguais.

Os pares de temperatura avaliados, 25-5°, 25-10°, 25-15°, 25-20°, 25-30° e 25-35°C, não diferiram entre si quanto à porcentagem de germinação das sementes, e os valores de $\bar{t}$ mostraram que as velocidades de germinação, sob luz ou no escuro, em qualquer par de temperatura foram muito semelhantes.

C) Aspectos genéticos da dormência de sementes

Alguns estudos têm demonstrado a existência de grande variabilidade inter e intrapopulacional com relação ao grau de dormência das sementes (GARDENER, 1975; NAYLOR & JANA, 1976; PATERNIANI & MARTINS, 1979; OLIVEIRA, 1979; BARRIGA, 1979; REIS, 1984; MARTINS, 1984).

GARDENER (1975) verificou a variabilidade existente entre várias linhagens e variedades de diferentes espécies de *Stylosanthes*, considerando a variação no nível de impermeabilidade do tegumento da semente ao longo de oito meses. Inicialmente todas as linhagens apresentaram alto grau de impermeabilidade, entretanto, as taxas de perda dessa impermeabilidade variaram entre e dentro das espécies. As linhagens também diferiram na sua capacidade de manter a impermeabilidade das sementes, durante os 14 dias de duração do teste.

A demonstração da existência de ampla variabilidade no grau de dormência de sementes de dez populações de origens diferentes de *S. guianensis* foi realizada por PATERNIANI & MARTINS (1979). OLIVEIRA (1979) também indicou existir variabilidade com relação ao grau de dormência de sementes em oito populações de *Desmodium uncinatum* e entre dez populações de *D. intortum*.

MARTINS (1984) encontrou variação na porcentagem de dormência entre seis diferentes populações de *Centrosema pubescens*.

Em todos esses trabalhos a variabilidade observada provavelmente tem um forte componente genético já que as populações têm origens diferentes e foram submetidas a condições ambientais uniformes e controladas.

Polimorfismo na germinação é comumente encontrado entre amostras de sementes, o qual é derivado de diferenças entre sementes produzidas dentro de uma mesma família, isto é, provenientes da mesma mãe (SILVERTOWN, 1984). O polimorfismo para sementes duras ocorre em muitas leguminosas herbáceas anuais e perenes e mesmo em arbóreas. De um modo geral, segundo este autor, podem-se fazer algumas generalizações principais à respeito da base do desenvolvimento do polimorfismo somático em leguminosas: 1) diferenças na germinação estão frequentemente associadas com as diferenças nas taxas de desenvolvimento da semente; 2) polimorfismo no tamanho da semente está frequentemente correlacionado com polimorfismo na germinação; 3) polimorfismo dentro de uma família pode ocorrer entre sementes de um mesmo fruto e/ou entre sementes de diferentes frutos; 4) os tipos de sementes produzidas podem variar com o tempo e estação do ano. Como resultado, a taxa de sementes dormentes: não dormentes produzidas em uma família pode variar, dependendo do início e término da produção das sementes; 5) o grau de polimorfismo somá

tico presente em uma família pode ser herdável.

Analisando a ocorrência de dormência ao nível de famílias dentro de populações, MARTINS (1984) observou grande amplitude de variação entre famílias dentro de algumas populações de *Centrosema pubescens*. Estimativas do coeficiente de variação genética mostram que existe uma considerável quantidade de variação genética entre e dentro das populações analisadas. Altos valores do coeficiente de determinação genotípica, estimados ao nível de famílias, indicaram que a dormência de sementes pode ser facilmente alterada por pressão de seleção, o que segundo o autor, é bastante vantajoso para adaptação desta espécie a ambientes heterogêneos.

REIS (1984) evidenciou existir ampla variabilidade entre espécies de *Stylosanthes* quanto ao grau de dormência das sementes. Dentro de cada taxon, houve também grande variação na porcentagem de sementes germinadas, indicando, portanto, a variabilidade presente dentro das populações de cada taxon. As chances de sucesso na seleção para sementes permeáveis/impermeáveis na população de *S. viscosa* e *S. hamata*, principalmente, e ainda de *S. debilis* e *S. guianensis* var. *microcephala* são pequenas, pois as magnitudes observadas do coeficiente de variação genética e do coeficiente de determinação genotípica, entre famílias, indicaram que grande parte da variabilidade exibida na população foi devido a fatores não genéticos. Por outro lado, os valores do coeficiente de determinação genotípica (b) observados para *S. guianensis* var. *canescens* ($b = 0,8935$) e *S. humilis* ($b = 0,7171$), sugerem a possibilidade de se proceder a seleção, com sucesso, de famílias com maior ou menor porcentagem de sementes duras.

Trabalhos realizados com aveia selvagem (*Ave*

na *fatua*) têm demonstrado que diferenças na dormência de sementes dentro de populações de aveia são devido igualmente a fatores genéticos e ambientais, considerando as estimativas de herdabilidade iguais a 0,5 (NAYLOR & JANA, 1976). SAWHNEY & NAYLOR (1979) identificaram a temperatura, durante o desenvolvimento da semente, como um dos fatores do ambiente que interage fortemente com o genótipo, na expressão da dormência de sementes de aveia selvagem.

O comportamento diferencial na germinação das sementes resulta na ampliação da germinação numa escala espacial e temporal. Diferenças no tamanho das sementes e época de germinação entre sementes de uma única planta afetam a estrutura e comportamento da progênie, resultando em habilidade competitiva, sobrevivência e reprodução diferenciais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

O material utilizado nesse trabalho constou de três populações de *Stylosanthes angustifolia* Vog., provenientes da Ilha do Marajó, Estado do Pará.

População	Origem
<i>S. angustifolia</i> - P ₁	Ilha do Marajó-Salva <u>terra</u> Joanes
<i>S. angustifolia</i> - P ₂	Ilha do Marajó-Salva <u>terra</u> Passagem Grande
<i>S. angustifolia</i> - P ₃	Ilha do Marajó-Salva <u>terra</u> Urarukã

3.2. Métodos

O presente estudo foi dividido em quatro etapas: a primeira constou de coletas de sementes em condições naturais; a segunda etapa, conduzida no campo, teve por objetivo a multiplicação das sementes coletadas na etapa anterior; a terceira etapa foi conduzida em vasos, com o objetivo de avaliar a produção de sementes, realizar a caracterização morfológica do fruto e semente e estudar o modo de distribuição fracionária de energia das três

populações sob estudo; a última etapa, relativa aos ensaaios de germinação, foi efetuada em laboratório, utilizando as sementes produzidas na segunda etapa.

3.2.1. Coleta de Sementes

As coletas de sementes foram realizadas no Município de Salvaterra, Ilha do Marajó, Estado do Pará (MAPA 2). Esta região encontra-se na parte oriental da Ilha do Marajó e é constituída quase que totalmente por campos naturais e campinas que aparecem como interrupções da floresta alta. A vegetação é predominantemente herbácea, onde aparecem associadas gramíneas, ciperáceas e leguminosas.

MAPA 2: Mapa de localização da região de Salvaterra, Ilha do Marajó, Estado do Pará

A amostragem de coleta foi efetuada em plantas individuais. No entanto, devido ao número reduzido de plantas e de sementes por plantas houve limitação do número amostrado.

3.2.2. Multiplicação de Sementes

Como o número de sementes coletadas, por plantas, foi pequeno, estabeleceu-se em Belém do Pará, numa área pertencente a Faculdade de Ciências Agrárias, um campo de multiplicação de sementes. Devido às dificuldades ocorridas durante a sementeira e transplante para copinhos, com muitas sementes que não germinaram ou plântulas que morreram, só foi possível estabelecer no campo, 12 plantas da população P_1 , 6 plantas da população P_2 e 8 plantas da população P_3 .

A partir do início da produção de sementes, coletaram-se semanalmente, as vagens apicais e basais, por planta, de cada população. As sementes coletadas foram acondicionadas em saquinhos de papel e armazenadas até sua utilização nos ensaios de germinação.

3.2.3. Ensaio em Vasos

Este ensaio foi realizado visando avaliar a distribuição fracionária de energia, a produção de sementes dos artículos apical e basal e de flores ("seed-set") e realizar a caracterização morfológica do fruto e semente das três populações de *S. angustifolia*.

As sementes reunidas em um "bulk", de cada população, foram escarificadas manualmente com lixas d'água e colocadas para germinar (1.12.84) em gerbox com papel de filtro umedecido com água destilada à temperatura

controlada de 25°C. Após a emissão da radícula e das folhas cotiledonares, as plântulas foram transplantadas para copinhos plásticos com mistura de terra e areia em proporções iguais. O transplante para sacos de polietileno contendo o mesmo substrato, foi realizado quando as plantas atingiram cerca de 15 cm de altura (17.2.85).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três tratamentos (populações) e cinco repetições. Cada parcela foi constituída de duas plantas de cada população, espaçadas entre si cerca de 1m.

A) Avaliação de sementes e flores e estimativa do "seed-set":

À partir do início da fase reprodutiva (abril/85), efetuou-se, de quatro em quatro dias, a coleta das sementes por planta, a qual se prolongou até novembro/85.

O procedimento adotado na coleta de sementes se resumiu a agitar os ramos das plantas e, com o auxílio de um saco plástico, recolher as vagens que se desprenderam das brácteas.

A produção de sementes dos artículos apical e basal e a produção de flores foi computada por mês, por planta individual de cada população. Os valores de "seed-set" foram calculados como a razão entre a produção total de sementes e a produção total de flores, por planta de cada população.

B) Caracterização morfológica do lomento e da semente:

Amostras de 20 artículos apicais e 20 artículos basais, por parcela de cada repetição, para cada população foram avaliadas, considerando os seguintes caracteres: a) dimensões (comprimento e largura), medidas em mi

límetro com auxílio de um paquímetro, dos artículos apical e basal, e ainda, o comprimento do apêndice terminal; b) formato do apêndice; c) ausência ou presença de pubescência e de reticulado em cada artículo; d) avaliação do padrão de coloração do tegumento da semente de cada artículo, considerando a porcentagem de sementes claras (amarela e marrom clara) e sementes escuras (marrom escura e preta).

C) Distribuição fracionária de energia:

Para se determinar o modo de alocação de energia das populações de *S. angustifolia* foram analisadas, por indivíduo, os pesos de matéria seca do sistema radicular, parte vegetativa (caule, ramos e folhas) e parte reprodutiva (flores, brácteas florais e frutos), segundo a metodologia proposta por HARPER & OGDEN (1970).

A colheita dos frutos de cada planta realizou-se de 4 em 4 dias e as flores, folhas e ramos que se desprenderam das plantas por essa ocasião, foram acondicionadas em sacos de papel para posteriores separação e pesagem.

Por ocasião do corte (11.11.85), separou-se inicialmente, para cada planta, a parte aérea do sistema radicular. Este foi imediatamente separado da terra através de lavagem com água. Estas duas partes foram colocadas para secar em estufa à 75°C durante 24 horas e pesadas em balança de precisão.

A separação das partes vegetativas e reprodutivas que se desprenderam das plantas durante a colheita dos frutos foi efetuada em laboratório e durou cerca de seis meses, devido ao grande número de coletas realizadas, às dificuldades surgidas na separação dos frutos apicais e basais (que ficavam fortemente aderidos às brácteas florais) e à contagem do número de frutos produzidos.

As folhas e ramos foram logo secados e pesa dos e reunidos com o restante, já separado por ocasião do corte das plantas. Entretanto, as flores, submetidas à secagem, e os frutos frescos, foram pesados, por planta individual, considerando as coletas realizadas durante ca da mês, para facilitar a avaliação da produção dessas par tes.

A análise de variância para os dados obtidos seguiu o esquema de parcelas subdivididas (STEEL & TORRIE, 1980).

3.2.4. Ensaio de Germinação

A) Efeito do dimorfismo do lomento sobre a germinação das sementes

Foi constituído nesse ensaio, um conjunto de sementes do artículo apical e do artículo basal de todas as plantas, em cada população. Quatro tratamentos foram considerados, a saber: sementes do artículo apical escari ficadas, sementes do artículo basal escarificadas, semen tes do artículo apical não escarificadas e sementes do ar tículo basal não escarificadas. A escarificação foi efe tuada manualmente com lixas d'água.

As sementes foram tratadas com fungicida Ara san e colocadas para germinar em caixas de plástico tipo "gerbox", previamente desinfetadas com álcool. Como subs trato foi utilizado papel de filtro umedecido com água destilada.

Num delineamento em blocos casualizados, con siderou-se um fatorial de 3x2x2, envolvendo combinações en tre os níveis dos três fatores estudados (populações, ar tículos e escarificação), com 5 repetições de 50 sementes

cada.

O ensaio foi conduzido em germinador modelo 347-G Fanem do setor de Genética Ecológica do Departamento de Genética da ESALQ/USP, à temperatura de 27°C, na ausência de luz. A escolha da temperatura baseou-se no valor médio de temperatura de solos desnudos da região de Belém do Pará (BASTOS & SÁ, 1972).

As contagens e remoção das sementes germinadas foram feitas diariamente, durante trinta dias, obtendo-se a porcentagem total de germinação no final do teste. Considerou-se germinada a semente que possuía radícula com cerca de 5 mm de comprimento.

Os dados de porcentagem de germinação deste ensaio foram transformados para arco seno $\sqrt{\%/100}$, segundo STEEL & TORRIE (1980), para aproximação à curva normal. A análise de variância foi realizada segundo o esquema fatorial.

Para o cálculo da velocidade de germinação, os dados foram tabulados conforme os dias de observação (diariamente), por população.

O modelo usado para avaliação da velocidade de germinação, caracterizada por dois parâmetros de distribuição cronológica de germinação das sementes, $\bar{t}$ e $s_{\bar{t}}^2$, foi proposto por LABORIAU (1970). Este modelo considera:

$$\bar{t} = \frac{\sum(n_i \cdot t_i)}{\sum n_i}, \text{ sendo:}$$

$\bar{t}$ = média ponderada dos tempos individuais de germinação das sementes.

t_i = número de unidades de tempo adequado (dias) entre o início do experimento e sua i-ésima observação.

n_i = número de sementes germinadas no tempo t_i (não o número acumulado, mas o número referente à i -ésima observação).

A velocidade de germinação é o recíproco do tempo médio de germinação, portanto $\bar{v} = 1/\bar{t}$.

A uniformidade do processo de germinação foi avaliada através da variância dos tempos médios de germinação. Assim:

$$s_t^2 = \frac{1}{\sum n_i} \times \frac{\sum n_i (t_i)^2 - (\sum n_i t_i)^2 / \sum n_i}{\sum n_i - 1}, \text{ sendo:}$$

s_t^2 = variância do tempo médio de germinação individual da população de sementes.

Os valores de $\bar{t}$ significativamente diferentes foram caracterizados pela não sobreposição dos intervalos fiduciais de $\bar{t}$. Os intervalos de confiança são iguais a: $\bar{t} \pm 2s_{\bar{t}}$.

Ao final do teste, foram avaliadas as porcentagens de sementes que permaneceram embebidas vivas, mortas e duras, para cada tratamento, por população. Foram consideradas sementes embebidas vivas aquelas que ao serem esmagadas, aparentavam estar com o embrião de coloração clara, enquanto as mortas possuíam o embrião de cor negra, apodrecido. Sementes duras não embeberam água.

B) Efeito de temperaturas constantes na germinação de sementes intactas.

Este ensaio foi realizado com um conjunto de sementes apicais e basais de todas as plantas, em cada população.

As sementes tratadas com fungicida foram co

locadas para germinar em gerbox com papel de filtro umedecido com água destilada em germinador do tipo NK System Temperature Gradient Chamber, modelo TG-100-AD, do Laboratório de Radiogenética do CENA. Esse aparelho permitiu a avaliação simultânea das quatro temperaturas consideradas nesse ensaio, pois possui cinco compartimentos isolados um do outro passíveis de serem utilizados com diferentes temperaturas.

A escolha das temperaturas a serem avaliadas foi baseada nas médias de temperaturas mínimas e máximas diárias dos solos da região de Belém do Pará, à 2 cm de profundidade (BASTOS & SÁ, 1972). Desse modo, foram estabelecidas as temperaturas de 25°, 30°, 35° e 40°. Para cada temperatura, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições, de 50 sementes cada. Todos os ensaios foram realizados no escuro.

A contagem e remoção das sementes germinadas foram feitas diariamente, durante 30 dias, obtendo-se no final do teste, a porcentagem total de germinação.

Posteriormente foi verificada a influência da temperatura de 45°C na germinação das sementes.

O tratamento estatístico dos dados transformados para arco seno $\sqrt{\%/100}$, foi baseado em análises de variância individuais, por temperatura e análise conjunta com desdobramento da interação significativa (STEEL & TORRIE, 1980).

Foi realizado estudo de regressão através do método de polinômios ortogonais, para cada população.

Para o cálculo da velocidade de germinação (valores de $\bar{t}$), os dados foram tabulados conforme os dias de observação (diariamente), por temperatura, em cada população.

O modelo usado para comparação das velocidades de germinação já foram descritos anteriormente e se baseia em estudos de LABORIAU (1970).

C) Efeito de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes intactas.

O procedimento adotado neste ensaio foi semelhante ao descrito no item anterior.

As alternâncias de temperatura, efetuadas de 12 em 12 horas, foram baseadas na amplitude de 25°C a 40°C . Desse modo, estabeleceram-se as seguintes temperaturas: $25-40^{\circ}$, $25-35^{\circ}$, $25-30^{\circ}$, $30-35^{\circ}$, $30-40^{\circ}$ e $35-45^{\circ}$.

Como o germinador utilizado (o mesmo do ensaio anterior) não era apropriado para realizar o ciclo de alternância, a cada 12 horas os ensaios eram transferidos de uma temperatura a outra, correspondentemente.

O tratamento estatístico dos dados obtidos, foi semelhante ao utilizado no ensaio com temperaturas constantes e se encontra descrito no item anterior.

D) Avaliação da variabilidade genética com relação à dormência de sementes

Para a realização deste ensaio, foram utilizadas famílias, para as três populações de *S. angustifolia*, sendo que a população P_1 continha 12 famílias, P_2 6 famíP_3 8 famílias.

O ensaio conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 50 sementes cada, foi realizado em germinador modelo Conviron modelo PGW 36 à temperatura de 27°C , na ausência de luz.

A remoção e contagem das sementes germinadas

foram feitas diariamente, durante 15 dias, obtendo-se no término do ensaio, a porcentagem total de sementes germinadas para cada família.

O tempo médio de germinação e sua variância foram calculados segundo o modelo de LABOURIAU (1970), descrito no item A.

A análise de variância dos dados transformados em arco seno $\sqrt{V\%/100}$ foi realizada segundo o esquema hierárquico (STELL & TORRIE, 1980) o qual está apresentado na Tabela 1. Populações e famílias foram considerados efeitos fixo e aleatório, respectivamente.

O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = m + P_i + f_{j(i)} + e_{ijk},$$

onde:

Y_{ijk} = observação na população i, família j e na repetição k

m = média geral

P_i = efeito da população i

$f_{j(i)}$ = efeito da família j relativa a população i

e_{ijk} = efeito associado ao resíduo da planta k, da família j na população i.

Tabela 1: Esquema da análise de variância utilizada neste estudo

Fonte de variação	$GL \frac{1}{2}$	QM	E (QM)	F
Populações	(I-1)	Q_1	$\sigma^2 + K\sigma_{g/p}^2 + JKV_p \frac{2}{p}$	Q_1/Q_2
Famílias/populações	$\sum_i^I (J_i - 1)$	Q_2^3	$\sigma^2 + K\sigma_{g/p}^2$	Q_2/Q_3
Resíduo médio	$(K-1) \sum_i^I J_i$	Q_3	σ^2	

$$I + K \sum_i^I J_i = 4$$

1/ $i = 1, 2, \dots, I = 3$ populações

$j = 1, 2, \dots, J = 12$ famílias, $I = 1$

6 famílias, $I = 2$

8 famílias, $I = 3$

$k = 1, 2, \dots, K = 4$ repetições

$$2/ V_p = \frac{\sum_i P_i^2}{(I-1)}$$

3/ O quadrado médio de famílias/populações (Q_2) foi desdobrado em seus componentes: $QM(F/P_1)$, $QM(F/P_2)$ e $QM(F/P_3)$.

Para o cálculo dos parâmetros genéticos, fez-se o desdobramento dos graus de liberdade de famílias dentro de populações. Com os valores de quadrado médio (QM), obteve-se a estimativa de variância genética entre famílias dentro de cada população, como segue:

$$\sigma_{g/P_1}^2 = \frac{QM(F/P_1) - Q_3}{K}$$

$$\sigma_{g/P_2}^2 = \frac{QM(F/P_2) - Q_3}{K}$$

$$\sigma_{g/p}^2 = \frac{QM(F/P_3) - Q_3}{K}$$

A variância fenotípica (σ_F^2) entre as famí-
lias, dentro da população correspondente, foi estimada so-
mando-se a variância do resíduo médio (σ^2) à cada variân-
cia genética.

À partir destas estimativas, calculou-se o
coeficiente de variação genética (CVg) e o coeficiente de
determinação genotípica (b) para cada população, através
das seguintes fórmulas:

$$CV_g \% = \frac{\sqrt{\sigma_{g/p}^2}}{\bar{X}} \times 100$$

$$b = \frac{\sigma_{g/p}^2}{\sigma_F^2}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Avaliação da Produção de Sementes e Flores ("seed-set") e Caracterização Morfológica do Fruto e Semente

O número médio de artículos apical e basal com sementes férteis, produzidos por mês e a porcentagem média mensal de cada artículo, por população, estão apresentados na Tabela 1. Os percentuais médios mensais obtidos estão ilustrados na Figura 1.

Os dados apresentados na Tabela 1 e ilustrados na Figura 1 mostram que todas as três populações produziram sementes nos dois artículos. O início da produção de sementes apicais ocorreu entre abril e maio e o pico de produção de sementes apicais ocorreu em outubro. Por outro lado, o início da produção de sementes basais ocorreu entre maio e junho e as três populações produziram o número máximo de sementes basais por ocasião do corte da planta, em novembro. Verifica-se ainda, que a População P₂ teve drástica redução na produção de sementes nos meses de julho, agosto e setembro. Tal fato deveu-se ao ataque de antracnose que afetou todos os indivíduos desta população.

O fato de terem ocorrido dois pontos máximos em épocas diferentes de produção de sementes, observados para as três populações, está relacionado ao dimorfismo do lomento. Os artículos apicais, facilmente desprendidos da planta, caem mais cedo, logo após a maturação, enquanto que os artículos basais ficam aderidos às brácteas

TABELA 1: Número e porcentual médios dos artículos apical e basal, cada um contendo uma semente, produzidos por mês, para populações de *S. angustifolia*. Médias de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1985⁽¹⁾.

Populações	Artículo apical								Artículo basal								Proporção Apical/ /basal
	A	M	J	J	A	S	O	N	A	M	J	J	A	S	O	N	
P ₁	31 (1,02%)	384 (12,48%)	303 (9,85%)	288 (9,36%)	160 (5,20%)	650 (21,13%)	822 (26,72%)	438 (14,24%)	0 (0,16%)	01 (1,10%)	07 (2,36%)	15 (2,05%)	13 (2,68%)	17 (3,62%)	23 (88,03%)	559	4,84
P ₂	3,0 (0,36%)	168 (19,53%)	156 (18,14%)	-	-	-	405 (47,09%)	128 (14,88%)	0	0	2,0 (1,53%)	-	-	-	6,0 (4,58%)	123 (93,89%)	6,56
P ₃	0 (0,26%)	154 (6,93%)	147 (6,51%)	128 (9,48%)	201 (30,03%)	637 (31,54%)	669 (31,54%)	175 (8,25%)	0	0	3,0 (0,33%)	16 (1,69%)	29 (3,07%)	17 (1,80%)	125 (13,24%)	754 (79,87%)	2,25

(1) Foi contado, de 4 em 4 dias, o número de artículos férteis produzidos por cada planta, por população, até a época do corte.

- Durante os meses de Julho, Agosto e Setembro a população 02, seriamente atacada por antracnose, parou de produzir sementes.

Figura 1: Porcentagem de sementes dos artículos apical e basal, por mês, em relação à média produzida por 10 plantas das populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP.; 1985.

florais e só caem quando estas secam, o que acontece no final do ciclo reprodutivo. Deste modo, tal mecanismo garante a dispersão das sementes por um período de tempo mais longo. Além disso, a época diferencial da produção de sementes dos dois artículos apical e basal leva à germinação de sementes e estabelecimento diferenciais, de plantas provenientes das duas sementes do fruto biarticulado. Em condições naturais, é importante acontecer tal fato, pois é uma maneira dessas plantas não competirem e também não serem atingidas pelas mesmas alterações climáticas, resultando na maior possibilidade de sobrevivência da população.

As figuras 2 e 3 ilustram a porcentagem de sementes dos artículos apical e basal produzidos pelas três populações de *S. angustifolia*, em duas regiões ecológicamente distintas.

Em Belém do Pará, durante o ensaio de multiplicação de sementes, foi avaliada para cada população, a produção de sementes dos dois artículos durante três meses e em Piracicaba, São Paulo, durante o ensaio em vasos, foi avaliada a produção de sementes dos dois artículos durante oito meses, também para todas as populações.

Pode-se observar, mesmo considerando os diferentes períodos de avaliação nas duas regiões, que houve drástica redução da porcentagem de sementes basais nas populações P_1 e P_2 , indicando que, de certo modo, alguma condição de estresse ambiental afetou a produção de sementes basais, o que não ocorreu com a população P_3 a qual praticamente mostrou manter a mesma relação entre sementes apicais e sementes basais. Isto demonstra as respostas diferenciais entre as populações e a existência de grande plasticidade na formação do fruto biarticulado de *S. angustifolia*.

Figura 2: Porcentagem de sementes dos artículos apical e basal produzida durante os meses de outubro, e novembro e dezembro de 1983 no campo de multiplicação de sementes instalado na FCAP (Belém) totais de 12, 6 e 8 plantas para as populações P₁, P₂ e P₃, respectivamente. Belém, PA, 1983.

As produções mensais de flores e dos artículos apicais e basais, para cada população, estão ilustradas nas Figuras 4, 5 e 6. Pode-se verificar que as populações P₁ e P₃ têm padrões muito semelhantes de produção mensal de flores e frutos, enquanto que a população P₂ possui padrão bastante diferente das outras duas, o que pode ser devido ao ataque de antracnose sofrido pelos indivíduos desta população. Para as populações P₁ e P₃ houve dois picos máximos de produção de flores, em maio e

Figura 3: Percentagem de sementes dos artículos apical e basal produzidas durante os meses de abril a novembro de 1985, no ensaio em vasos instalado em Piracicaba. Totais de 10 plantas/população. Piracicaba, SP, 1985.

agosto, não coincidindo nem com o pico máximo de produção de sementes apicais, que ocorreu em outubro, nem com a produção máxima de sementes basais, que aconteceu em novembro. Contrariamente, para estas duas populações, no mês em que houve aumento da produção de flores, ocorreu, claramente, diminuição da produção de sementes. Por outro lado, a população P₂ apresentou maior produção de flores em maio, no entanto, o pico máximo de produção de sementes apicais ocorreu em outubro e de sementes basais em novembro.

Figura 4: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_1 de *S. angustifolia*. Contagem realizada de 4 em 4 dias, até a época do corte, Média de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1985.

Figura 5: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_2 de *S. angustifolia*. Contagem realizada de 4 em 4 dias, até a época do corte. Média de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1985.

Figura 6: Número médio de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por mês, para a população P_3 de *S. angustifolia*. Contagem realizada de 4 em 4 dias, até a época do corte. Média de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1985.

É importante ressaltar que para as populações P_1 e P_3 , o declínio na produção de flores observado nos meses de junho e julho está associado às baixas temperaturas e precipitação que ocorreram nesses meses, nas condições de Piracicaba, o que trouxe também consequências na produção de sementes do artículo apical, que atingiu o nível mais baixo no mês de agosto, resultado da baixa produção de flores nos meses anteriores.

Na Tabela 2 e nas Figuras 7, 8 e 9 estão apresentados os números totais de flores, números totais de sementes e a estimativa do "seed-set" (número de sementes produzidas ÷ número total de flores), produzidos por planta de cada população estudada.

Pode-se observar através da Tabela 2 que cada indivíduo produziu grande quantidade de flores que não chegaram a formar sementes. Os valores de "seed-set" refletem esta situação, pois apresentam a proporção das flores que foram fecundadas com êxito, ou seja, que deram origem a pelo menos uma semente (apical ou basal) que pode desenvolver-se normalmente. Neste caso, há grande variação entre os indivíduos de cada população, com os valores de "seed-set" variando entre 20,86% a 75,01% para a população P_1 , 41,71% a 97,44% para a população P_2 e 10,30% a 45,52% para a população P_3 . Considerando os valores médios de "seed-set" para cada população, observa-se que estes ficam em torno de 41,82%, 64,93% e 31,33%, respectivamente. Por outro lado, a média de seed-set para a espécie *S. angustifolia* igual a 46,03% é menor que a encontrada para esta espécie na Austrália (59,00%) (STACE, 1984).

Estes valores demonstram que as populações de *S. angustifolia* estudadas têm baixa relação semente-flor, isto é, baixo padrão de produção de sementes formadas. Este padrão pode ser explicado em parte, pela baixa produção de sementes do artículo basal obtida nas condições de Pira

TABELA 2: Número total de flores, número total de sementes (artículo apical + artículo basal) e seed-set (número de sementes produzidas ÷ número total de flores produzidas), produzidas por planta individual das populações P₁, P₂ e P₃, durante o ensaio em vasos conduzidos em Piracicaba, SP., 1985.

Plantas	P ₁			P ₂			P ₃		
	Nº de flores	Nº de sementes	Seed-set	Nº de flores	Nº de sementes	Seed-set	Nº de flores	Nº de sementes	Seed-set
1	5487	2238	0,4079	1800	1347	0,7483	9669	1087	0,1124
2	6629	3284	0,4954	1700	797	0,4688	6664	2707	0,4062
3	8971	4121	0,4594	1500	1015	0,6767	10267	1058	0,1030
4	8343	2441	0,2926	1050	438	0,4171	6800	1701	0,2501
5	7142	1490	0,2086	1100	497	0,4518	9468	3624	0,3828
6	11027	4682	0,4246	900	877	0,9744	7265	2096	0,2885
7	8687	4750	0,5468	900	712	0,7911	8669	3137	0,3619
8	7944	4529	0,5701	2700	1350	0,5000	9200	3174	0,3450
9	10171	4040	0,3972	1900	1097	0,5774	11399	4872	0,4274
10	13374	5071	0,3792	1800	1597	0,8872	4334	1973	0,4552
$\bar{X}$	8777,50	3664,6	0,4182	1535,00	972,70	0,6493	8373,50	2542,9	0,3133
s	2289,53	1233,50	0,1101	566,69	381,46	0,1960	2090,46	1198,59	0,1244

Figura 7: Número total de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por planta da população P_1 , durante o ensaio em vasos conduzido em Piracicaba. Piracicaba, SP., 1985.

Figura 8: Número total de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por planta da população P_2 durante o ensaio em vasos conduzido em Piracicaba, Piracicaba, SP., 1985.

Figura 9: Número total de flores, do artículo apical e do artículo basal produzidos por planta da população P_3 , durante o ensaio em vasos conduzido em Piracicaba. Piracicaba, SP., 1985.

cicaba, ou seja, considerando que cada flor de *S. angustifolia* pode dar origem a um fruto biarticulado, cada um com uma semente fértil, e que em condições de estresse ambiental é muito variável o número de artículos formados dentro de cada planta, provavelmente muitos frutos não se formaram completamente e desse modo menos sementes apareceram.

De acordo com ARGEL & HUMPHREYS (1983), a formação da articulação basal de *S. hamata* foi drasticamente reduzida em ambientes com elevado estresse de umidade e baixos níveis de iluminação. Por outro lado, ambos os estresses reduziram a proporção de flores que se desenvolveram em artículo basal, e, conseqüentemente a produção de sementes.

Além disso, parece ser comum em plantas superiores hermafroditas e de cruzamento, a existência de baixa relação fruto-flor ou semente-flor. Algumas hipóteses têm sido propostas, relacionando a existência de tal padrão às estratégias reprodutivas, sistemas de cruzamento e interações planta-polinizador (SUTHERLAND, 1982).

Constata-se pelas Figuras 10 e 11, a formação dos dois artículos apical e basal, assim como a formação de um só artículo, que pode ser o apical ou o basal. Estes casos ocorreram em todas as populações estudadas, sendo que quando havia formação de um só artículo, este era predominantemente o apical, sendo o basal atrofiado.

Nas Tabelas 3 e 4 são apresentadas, respectivamente, as dimensões, em mm, e algumas características morfológicas do lomento e da semente de todas as populações sob estudo.

Nota-se que o apêndice terminal longo e em forma de gancho é cerca de duas vezes maior do que o comprimento do artículo superior ou apical, em todas as popu

Figura 10: Lomento biarticulado de *S. angustifolia* Vog.
(aumento 10 vezes)

Figura 11: Lomento mal-formado de *S. angustifolia* (aumen
to 10 vezes)

TABELA 3: Dimensões, em mm, dos artículos apical e basal de populações de *S. angustifolia* Vog.. Médias de 100 artículos apicais e 100 artículos basais, por população. Pi racicaba, SP., 1986.

Populações	Artículo apical				Artículo basal	
	Comprimento total (artículo + apêndice)	Comprimento artículo	Comprimento apêndice	Largura artículo	Comprimento	Largura
P ₁	5,65 ± 2,21	2,15 ± 1,71	3,50 ± 0,50	1,17 ± 0,28	2,31 ± 0,32	1,03 ± 0,12
P ₂	5,29 ± 0,65	1,80 ± 0,20	3,49 ± 0,44	1,01 ± 0,11	2,38 ± 0,41	0,99 ± 0,12
P ₃	4,82 ± 1,02	1,94 ± 0,35	2,88 ± 0,66	1,04 ± 0,16	2,24 ± 0,40	0,99 ± 0,09

TABELA 4: Algumas características do lomento e da semente de 3 populações de *S. angustifolia*. Avaliação efetuada em 100 artículos apicais e 100 artículos basais. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Artículo apical						Artículo basal				
	Formato do apêndice	Pilosida de	Reticula do	Cor da semente ⁽¹⁾		Peso de 100 sementes (g)	Pilosida de	Reticula do	Cor da semente ⁽¹⁾		Peso de 100 sementes (g)
P ₁	Longo e em forma de gancho	pouca	sim	94,95%	5,05%	0,075	abundante e uniforme	não	93,98%	6,02%	0,075
P ₂	Longo e em forma de gancho	pouca	sim	3,13%	96,87%	0,070	abundante e uniforme	não	9,68%	90,32%	0,073
P ₃	Longo e em forma de gancho	pouca	sim	91,55%	8,45%	0,078	pouca na extremida de do fru to	não	86,28%	13,72%	0,070

(1) Semente clara (C) = amarela + marrom clara
Semente escura (E) = marrom escura + preta

lações.

A existência do dimorfismo do lomento, com os artículos apical e basal contendo, cada um, uma semente fértil, foi constatada pela primeira vez no presente trabalho. MOHLENBROCK (1957) e FERREIRA & COSTA (1979) descrevem, para *S. angustifolia*, apenas a presença do artículo apical fértil. Outra característica discordante da quela observada por FERREIRA & COSTA (1979) é o comprimento total do lomento, que segundo eles mede 10 a 12 mm. Neste trabalho, entretanto (Tabela 2), o comprimento total máximo encontrado foi igual à $5,65 \pm 2,21$ mm. Tal medida está de acordo com a descrita por MOHLENBROCK (1957).

Tal como foi observado para as espécies *S. humilis*, *S. leiocarpa*, *S. hamata* e *S. scabra* (BARRIGA, 1979; REIS, 1984), o comprimento e formato do apêndice terminal no ápice do artículo superior da espécie *S. angustifolia* pode exercer importante papel na dispersão das sementes à longa distância, seja através da aderência ao pêlo dos animais (BOGDAN, 1977; BARRIGA, 1979) ou, o que é mais provável, devido à dispersão pelo vento ou água de um aglomerado de sementes fortemente aderidas umas às outras, através do apêndice terminal. Por outro lado, a dispersão das sementes basais deve ocorrer de maneira mais restrita, limitando-se à projeção da copa da planta-mãe, como foi constatada por SOARES (1980) para as sementes de *S. guianensis*, cujo fruto é constituído por apenas um artículo com semente fértil, desprovido de apêndice terminal.

A existência do dimorfismo do lomento para a espécie *S. angustifolia*, assim como para outras espécies do gênero *Stylosanthes*, é um mecanismo muito importante do ponto de vista adaptativo pois auxilia a dispersão das sementes, tanto no espaço como no tempo. Assim, a época diferencial de produção de sementes dos dois artículos possibilita a ampliação do período de dispersão das

sementes, enquanto que a dispersão a distâncias maiores, promovida pelo artículo apical e a manutenção da população no local de origem, promovida pelo artículo basal, possibilita a ampliação da área de colonização da espécie, ao mesmo tempo que permite a sobrevivência da mesma no seu habitat original.

Através da Tabela 4, pode-se observar que as populações são muito semelhantes quanto às características do lomento, exceto quando se considera a variabilidade do padrão de coloração do tegumento das sementes das diferentes populações.

A presença de sementes claras e escuras foi observada em todas as populações, sendo que a predominância de um ou outro padrão depende da população (Figuras 12 e 13). As populações P_1 e P_3 apresentam quase que exclusivamente sementes claras enquanto na população P_2 predominam sementes escuras. Nossa observação discorda da descrição apresentada por FERREIRA & COSTA (1979), que consideram apenas a existência de sementes amarelas para a espécie *S. angustifolia*.

A ocorrência de sementes com variados padrões de cor do tegumento também foi mencionada para outras espécies deste gênero (BARRIGA, 1979; BATTISTIN, 1981; SILVA, 1984; REIS, 1984). Entretanto as causas da sua ocorrência não está muito clara.

ARGEL & HUMPHREYS (1983) observaram que a coloração das sementes apicais de *S. hamata* cv. Verano estava altamente associada com a temperatura, durante a formação das sementes, mudando de escura para clara com o decréscimo da temperatura. As sementes formadas a 27°C, eram predominantemente vermelho escuras, enquanto que sementes formadas a 21°C eram principalmente castanho claras e amarelas.

Figura 12: Padrão de coloração do tegumento da semente apresentado pelas populações P_1 e P_3 (aumento 10 vezes)

Figura 13: Padrão de coloração do tegumento da semente apresentado pela população P_2 (aumento 10 vezes)

Por outro lado, CAMERON (não publicado, citado por ARGEL & HUMPHREYS, 1983) constatou que a coloração púrpura de sementes de *S. humilis* cv. Paterson é de terminada por um simples gene dominante, e a coloração marrom é controlada por seu alelo recessivo. Os resultados pouco consistentes de MILES (1985), indicam um controle genético mais complexo da característica cor de sementes em *S. guianensis*.

4.2. Determinação do Padrão de Distribuição Fracionária de Energia

A análise estatística dos dados obtidos no ensaio de distribuição diferencial de recursos mostrou haver diferenças altamente significativas, pelo teste de F, entre as populações de *S. angustifolia*, entre as diversas partes da planta e também para a interação populações versus partes (Pxp) no que se refere à alocação de recursos (Tabela 5). A interação significativa indica que a quantidade de recursos, expressa em peso de biomassa seca alocada para raízes, caule mais ramos, folhas, brácteas mais flores e frutos, não foi a mesma em relação às três populações estudadas.

O desdobramento da interação pode ser observado ainda na Tabela 5, a qual mostra que o teste F revelou diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade, entre partes dentro de cada uma das populações e também entre populações dentro de cada parte, exceto para populações dentro de folhas.

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 6 e ilustrados na Figura 14.

Analisando-se a Tabela 6 observa-se que as populações P_1 e P_3 apresentaram semelhantes valores rela

TABELA 5: Valores e significâncias dos quadrados médios obtidos na análise de variância e no desdobramento da interação significativa (P x p) dos dados obtidos no ensaio de distribuição fracionária de energia. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	QM
Blocos	4	
Populações (P)	2	65,4308 **
Resíduo (a)	8	1,0133
Parcelas	(14)	
Partes (p)	4	174,4435 **
Interação P x p	8	10,0937 **
Resíduo (b)	48	0,4976
CV (%) para parcelas	25,8	
CV (%) para subparcelas	18,0	
Desdobramento		
Fonte de variação	GL	QM
Partes de P ₁	4	78,8413 **
Partes de P ₂	4	20,2960 **
Partes de P ₃	4	95,4937 **
Resíduo (b)	48	0,4976
População d caule + ramos	2	41,3086 **
População d folhas	2	0,0722 ns
População d raízes	2	4,7610 **
População d flores + brácteas	2	54,5354 **
População d frutos	2	5,1287 **
Resíduo (+)	43	0,6007

(+) Combinação linear dos resíduos (a) e (b), com o número de graus de liberdade obtido através da fórmula de SAT TERTHWAITTE (1946), citado por GOMES (1985).

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste de F.

ns Não significativo

TABELA 6: Médias em gramas e porcentuais médios de 10 plantas, do peso seco de caule + ramos, folha, raízes, brácteas + flores, frutos e esforço reprodutivo médio (ER) de populações de *Stylosanthes angustifolia* Vog.. Piracicaba, SP., 1986.⁽¹⁾

Populações	Parte vegetativa		Raízes	Parte reprodutiva		Médias	ER (%)
	Caule + ramos	folhas		Flores + brácteas	Frutos		
P ₁	9,275aA (38,05%)	0,644bA (2,64%)	2,839cA (11,65%)	8,965aA (36,78%)	2,651cA (10,88%)	4,875	11,616 (47,66%)
P ₂	5,220aB (51,23%)	0,434bA (4,26%)	1,038bB (10,19%)	2,838cB (27,85%)	0,659bB (6,47%)	2,038	3,497 (34,32%)
P ₃	10,777aA (44,89%)	0,639bA (2,66%)	2,587cA (10,78%)	8,040dA (33,49%)	1,963cA (8,18%)	4,801	10,003 (41,67%)
Médias	8,424	0,572	2,155	6,614	1,758	8,372	(41,22%)

(1) Na linha, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula, e na coluna, as médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

tivos de esforço reprodutivo (47,66% e 41,67%, respectivamente), enquanto a população P_2 apresentou menor esforço reprodutivo (34,32%). É importante ressaltar, no entanto, que em todas as populações, a contribuição de flores mais brácteas para o esforço reprodutivo é muito maior (cerca de 80%) do que a contribuição de frutos apenas (cerca de 20%), o que reflete a grande quantidade de energia direcionada às estruturas associadas ao fruto e sementes (Figura 14) e o baixo valor de "seed-set" exibido pela espécie *S. angustifolia*.

Quando se faz a comparação entre as médias de partes dentro de cada população, nota-se que a população P_1 alocou maior quantidade de recursos para a produção de caule mais ramos (38,05% e de flores mais brácteas 36,78%), as quais não diferiram entre si. Porém, as populações P_2 e P_3 apresentaram percentuais mais elevados de biomassa no caule mais ramos (51,23% e 44,89%, respectivamente) os quais diferiram significativamente das outras partes.

A distribuição de recursos para as raízes e frutos foram semelhantes entre si, para as três populações. Além disso, os pesos de biomassa seca de folhas foram muito baixos, em relação às outras partes.

Ressalte-se ainda, que a população P_2 , que apresentou o menor valor relativo de esforço reprodutivo (34,32%), foi aquela que direcionou mais energia para formação de caule mais ramos (51,23%). Tal fato deve estar associado à brusca interrupção de flores e frutos durante os meses de julho, agosto e setembro, devido ao ataque de antracnose, o que fez com que grande parte de seus recursos disponíveis tenham sido alocados para uma característica vegetativa tão importante para manutenção da população.

Figura 14: Distribuição fracionária de energia expressa em porcentagem de peso seco total, para caule mais ramos, folhas, raízes, flores mais brácteas, frutos e esforço reprodutivo (ER) de populações de *S. angustifolia*. Porcentuais médios de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1986.

As semelhantes táticas envolvidas na realização de esforço reprodutivo, desempenhadas pelas populações P_1 e P_3 parecem refletir a homogeneidade ambiental a que estas populações estão submetidas em condições naturais, pois todas foram coletadas em áreas de campina, bastante semelhantes entre si. Por outro lado, estas e outras respostas bastante parecidas podem estar refletindo um certo grau de identidade genética entre as populações.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 6 e Figura 14), as populações P_1 e P_2 demonstraram tendências para estrategistas r comparativamente à população P_2 , a qual apresentou o menor valor de esforço reprodutivo.

Alguns trabalhos realizados com espécies do gênero *Stylosanthes* têm demonstrado grande variabilidade entre populações, dentro de uma mesma espécie, no que se relaciona aos valores da produção de biomassa seca alocada para a reprodução (BARRIGA, 1979; SOARES, 1980).

Tais diferenças estão relacionadas, principalmente, aos tipos de ambiente onde a espécie ocorre, ao hábito de crescimento e ao grau de precocidade de florescimento das populações. Desse modo, as populações que estão sujeitas à ambientes hostis, as que apresentam plantas com hábito de crescimento ereto e semi-ereto e as que apresentam maturidade sexual precoce têm demonstrado estratégia r de alocação de recursos.

Os valores encontrados para o esforço reproduutivo de 8 populações de *S. humilis* variaram de 48,9% a 66,3%, em contraposição a 28,6% a 44,5% para as partes vegetativas e 4,3% a 12,2% para as raízes (BARRIGA, 1979).

Na espécie perene *S. guianensis* os valores encontrados para o esforço reprodutivo de 10 populações va

riaram de 3,7% a 27,6%, enquanto foi observada uma variação de 4,4% a 13,6% na alocação de recursos para as raízes, de 43,0% a 65,7% ao caule e ramos e de 10,7% a 34,7% às folhas (SOARES, 1980).

Comparando os valores relacionados com os valores encontrados para a distribuição diferencial de recursos das três populações de *S. angustifolia* estudadas neste trabalho, qual seja: 34,32% a 47,66% para o esforço reprodutivo, 40,69% a 55,49% para as partes vegetativas e 10,19% a 11,65% para as raízes, observa-se que estes valores estão mais próximos dos valores encontrados para as populações de *S. humilis*, talvez pela tendência apresentada por estas duas espécies anuais à estratégia r de alocação de recursos.

Por outro lado, o valor médio de esforço reprodutivo obtido para a espécie *S. angustifolia* (41,22%) é comparável aos valores obtidos por REIS (1984) para as espécies anuais *S. humilis* (43,23%) e *S. debilis* (48,95%) e para as perenes *S. scabra* (41,26%) e *S. leiocarpa* (48,20%) todas apresentando elevada porcentagem de recursos alocados à reprodução.

A Tabela 7 mostra o número médio de dias decorridos desde a semeadura até o início do florescimento e os valores de esforço reprodutivo das populações estudadas.

A anormalidade no comportamento da população P_2 surgida com o ataque de antracnose limitou a interpretação dos resultados, entretanto pode-se observar pela Tabela 6 que houve certa tendência à correlação positiva entre precocidade e esforço reprodutivo.

Outros trabalhos com espécies de *Stylosan*thes demonstram haver correlação positiva entre estas duas características (BARRIGA, 1979; REIS, 1980), confirmando

Tabela 7: Número médio de dias decorridos da sementeira (01.12.84) ao início do florescimento e esforço reprodutivo (%) de populações de *S. angustifolia* Vog.. Médias de 10 plantas. Piracicaba, SP., 1985.

Populações	Dias para o florescimento	Esforço reprodutivo
P ₁	119 ± 9,381	46,657
P ₂	129,3 ± 7,861	34,321
P ₃	138,3 ± 2,830	41,669

a hipótese da seleção r e K , de que as populações anuais e as precoces devotam maior quantidade de recursos à reprodução do que as tardias. No entanto (SCARES, 1980) encontrou várias populações precoces de *S. guianensis* que apresentaram menor esforço reprodutivo do que outras populações mais tardias, em relação ao florescimento.

4.3. Efeito do Dimorfismo do Lomento sobre a Germinação das Sementes

Os resultados obtidos neste ensaio serão discutidos levando-se em consideração três expressões da germinabilidade: a capacidade germinativa (expressa pela porcentagem média de germinação), a velocidade de germinação (expressa como o recíproco do tempo médio de germinação $\bar{t}$) e a uniformidade da germinação (expressa através da variância do tempo médio germinação s_t^2). Estes três parâmetros são essenciais para a completa caracterização do processo germinativo (LABOURIAU, 1970; 1983; JANSSEN, 1973; BEWLEY & BLACK, 1985).

Na Tabela 8 estão apresentadas as porcentagens médias de germinação das sementes dos artículos apical e basal, escarificadas e não-escarificadas de todas as populações estudadas. As Figuras 15 e 16 ilustram estes resultados.

Tabela 8: Porcentagem média de germinação e respectivo desvio padrão, das sementes do artículo apical e basal, escarificadas e não escarificadas de populações de *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante o período de 30 dias. Piracicaba, SP., 1986⁽¹⁾.

Populações	% de germinação			
	Sementes do artícu <u>l</u> o ap <u>i</u> cal escarificadas	Sementes do artícu <u>l</u> o basal escarificadas	Sementes do artícu <u>l</u> o ap <u>i</u> cal não-escarificadas	Sementes do artícu <u>l</u> o basal não escarificadas
P	90,4 ± 8,17	85,2 ± 8,56	21,2 ± 4,32	39,6 ± 6,84
P	82,0 ± 4,69	78,4 ± 8,65	28,8 ± 7,43	44,0 ± 6,78
P	82,8 ± 3,03	81,2 ± 5,93	36,4 ± 9,32	41,6 ± 9,53
Médias	85,07	81,60	28,8	41,73

(1) Médias de 5 repetições.

Observa-se pelas citadas Tabelas e Figuras, as altas porcentagens de germinação obtidas para as sementes escarificadas, tanto as do artículo apical como as do artículo basal, das três populações. Para estas populações, a porcentagem de germinação das sementes escarificadas dos dois artículos alcançou quase 100% enquanto que as sementes não escarificadas dos dois artículos apresentaram mais baixas porcentagens de germinação.

O resumo da análise de variância seguida do desdobramento das interações significativas dos dados

Figura 15: Porcentagem média de germinação de sementes do artículo apical e basal, esca-
ficadas e não esscarificadas, de populações de *S. angustifolia*, no período de
30 dias. Médias de 5 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

Figura 16: Porcentagem média de germinação de sementes dos artículos apical e basal, escarificadas e não escarificadas, de populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986.

transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ está apresentado na Tabela 9.

Nota-se que a interação populações versus artículos não foi significativa, evidenciando que a germinação das sementes dos artículos apical e basal foi a mesma para as três populações estudadas (Tabela 10). Em nenhuma das populações a germinação das sementes foi afetada pelo dimorfismo do lomento. Portanto, estes resultados sugerem que ambos os artículos possuem sementes férteis, capazes de germinar e garantir a sobrevivência das populações.

TABELA 9: Valores e significâncias dos quadrados médios e coeficientes de variação da análise de variância dos dados obtidos no estudo do efeito do dimorfismo do lomento sobre a germinação das sementes de 3 populações de *S. angustifolia* Vog. Dados transformados em arc sen $\sqrt{\%}/100$. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	QM
Populações (P)	2	13,8241 ns
Artículos (A)	1	99,4079 ns
Escarificação (E)	1	13.695,4020 **
Interação (P x A)	2	9,7849 ns
Interação (P x E)	2	188,9826 **
Interação (A x E)	1	429,7121 **
Interação (P x A x E)	2	49,9409 ns
Tratamentos	(11)	
Resíduo	44	26,1814
CV%	9,1%	
Desdobramento		
População d escarificação	2	123,3665 *
População d não escarificação	2	79,4401 ns
Entre escarificação	1	13.695,4020 **
Resíduo	44	26,1814
Escarificação d população 1	1	6959,8074 **
Escarificação d população 2	1	3625,8552 **
Escarificação d população 3	1	3487,7046 **
Entre populações	2	13,8241 ns
Resíduo	44	26,1814

Cont.

Cont. TABELA 9

Desdobramento		
Fonte de variação	GL	QM
Artículo d escarificação	1	57,8797 ns
Artículo d não escarificação	1	471,2403 **
Entre escarificação	1	13.695,4020 **
Resíduo	44	26,1814
Escarificação d artículo apical	1	9488,4754 **
Escarificação d artículo basal	1	4636,6387 **
Entre artículos	1	99,4079 ns
Resíduo	44	26,1814

* Significativo a 5%, pelo teste de F

** Significativo a 1%, pelo teste de F

ns Não significativo

Por outro lado, a interação significativa po

ulações versus escarificação (Tabela 9) indica que o efei

to da escarificação sobre a porcentagem de germinação das sementes não foi o mesmo nas três populações estudadas. Na Tabela 11 pode-se observar a menor porcentagem de germina

ção das sementes escarificadas da população P_2 que é su

plantada significativamente pela população P_1 , a qual apre

sentou a maior porcentagem de germinação. A população P_3 , por outro lado, apresentou porcentagem de germinação inter

mediária entre as outras duas. Estas diferenças devem re

fletir a desuniformidade da escarificação manual do que propriamente diferenças reais entre as populações.

A comparação entre as populações em termos de sementes intactas, mostra que todas as populações tiveram, praticamente, a mesma capacidade germinativa.

Pode-se constatar ainda, por esta Tabela, que em todas as populações, a porcentagem de germinação das sementes escarificadas foi significativamente maior do que

Tabela 10: Médias de germinação de sementes do artigo apical e do artigo basal de 3 populações de *Stylosanthes angustifolia*. Dados transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Artículos		Média
	Apical	Basal	
P ₁	50,10aA	53,48aA	51,79
P ₂	48,69aA	52,07aA	50,38
P ₃	51,37aA	52,33aA	51,85
Média	50,05	52,63	51,34

1/ Nas linhas, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, de acordo com os desdobramentos indicados na Tabela 9.

Tabela 11: Médias de germinação de sementes escarificadas e não escarificadas de 3 populações de *S. angustifolia*. Dados transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Escarificação		Média
	Sementes escarificadas	Sementes não escarificadas	
P ₁	70,44aA	33,13bA	51,79
P ₂	63,84aB	36,91bA	50,38
P ₃	65,05aAB	38,64bA	51,85
Média	66,44	36,23	51,34

1/ Nas linhas, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, de acordo com os desdobramentos indicados na Tabela 9.

as das sementes não esscarificadas.

A interação significativa artículos versus escarificação pode ser visualizada na Tabela 9. Esta indica que o efeito da esscarificação sobre a porcentagem de germinação das sementes apicais e basais não foi o mesmo, quando se considerou todas as populações juntas. Na Tabela 12 pode-se verificar que em se tratando de sementes esscarificadas não houve diferenças na porcentagem de germinação das sementes apicais e basais. Entretanto estas diferenças se manifestam quando as sementes não são submetidas à esscarificação, tendo o artículo basal, maior capacidade germinativa. Essa diferença na porcentagem de germinação dos dois artículos deve ter consequências na dinâmica da população de *S. angustifolia*, e consequentemente na sua sobrevivência em condições naturais.

É sabido que as leguminosas possuem como uma de suas principais características, a impermeabilidade do tegumento, que dificulta a entrada de água (ROLSTON, 1978). Entretanto, segundo BALLARD (1973), qualquer corte ou ferimento leve no tegumento de sementes duras, em geral, favorecem a entrada de água e as trocas gasosas, facilitando a germinação.

No caso do gênero *Stylosanthes*, a esscarificação com lixa é um método eficiente para provocar o aumento da porcentagem de germinação das sementes de diferentes espécies (BARRIGA, 1979; REIS, 1984).

BARRIGA (1979) avaliou o efeito do polimorfismo da vagem sobre a germinação de sementes esscarificadas e não esscarificadas de oito populações de *S. humilis*. Os resultados mostraram que as sementes esscarificadas com lixa obtiveram maior porcentagem de germinação do que as que não

TABELA 12: Médias de germinação de sementes apicais e basais, escarificadas e não escarificadas da espécie *S. angustifolia*. Dados transformados para $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$. Piracicaba, SP., 1986.

Escarificação	Artículos		Média
	Apical	Basal	
Escarificação	67,83aA	65,06aA	66,44
Não escarificação	32,27aB	40,19bB	36,23
Média	50,05	52,63	51,34

1/ Nas linhas, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, de acordo com os desdobramentos indicados na Tabela 9.

foram escarificadas, de ambos os artículos, em todas as populações avaliadas. Por outro lado, as sementes apicais e basais desta espécie apresentaram a mesma capacidade de germinação.

REIS (1984) avaliou a influência do dimorfismo do fruto na germinação de sementes escarificadas e não escarificadas das espécies *S. debilis*, *S. scabra*, *S. hamata*, *S. humilis*, *S. leiocarpa* e *S. viscosa*. Para todas as seis espécies, as porcentagens de germinação das sementes escarificadas, de ambos os artículos, foram mais elevadas do que as porcentagens de germinação de sementes não escarificadas destes artículos. Todavia, somente na espécie *S. leiocarpa*, a germinação das sementes foi afetada pelo dimorfismo do fruto, observando-se maior porcentagem de germinação das sementes do artículo basal.

A comparação das espécies em termos de sementes não escarificadas, mostra que *S. humilis* e *S. hamata*

apresentaram maiores porcentagens de germinação (valores angulares de 33,15 e 31,73, respectivamente), que são significativamente diferentes das espécies *S. debilis*, *S. scabra*, *S. leiocarpa* e *S. viscosa* (valores angulares respectivos de 15,49; 14,76; 10,08 e 16,27).

Se considerarmos o valor angular médio obtido neste ensaio de germinação, pelas sementes não escarificadas da espécie *S. angustifolia* (36,23) nota-se que ele se aproxima bastante dos valores encontrados por REIS (1984) para as espécies *S. humilis* e *S. hamata*.

As estimativas de tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e sua variância (s_t^2) estão apresentadas na Tabela 13. Estas duas variáveis representam, respectivamente a velocidade de germinação e o grau de uniformidade na germinação ao longo dos trinta dias de observação.

Verifica-se pela referida Tabela, que as sementes dos artículos apical e basal submetidas à escarificação apresentaram os menores tempos médios de germinação e as menores variâncias, em relação às sementes dos dois artículos não submetidas à escarificação, nas três populações (Figura 17). Isto quer dizer que a escarificação promoveu mais rápida e abrupta germinação das sementes apicais e basais. Por outro lado, o efeito da escarificação das sementes apicais e basais não foi o mesmo para as três populações. A germinação das sementes apicais escarificadas da população P_3 ocorreu mais rapidamente (levando, em média, cerca de 3 dias para completar a germinação) do que a germinação das sementes apicais das outras duas populações, as quais levaram cerca de 5 a 6 dias, em média, para atingir sua porcentagem máxima de germinação.

No que se refere às sementes do artículo basal escarificadas, nota-se que as três populações apresentaram diferentes tempos médios de germinação, estatística

TABELA 13: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação ($s^2_{\bar{t}}$) das sementes dos artigos apical e basal, escarificadas e não escarificadas, de populações de *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante o período de 30 dias. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Sementes do artigo apical escarificadas		Sementes do artigo basal escarificadas		Sementes do artigo apical não escarificadas		sementes do artigo basal não escarificadas	
	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$
P ₁	5,37 ± 0,63aA	0,10	3,79 ± 0,39bA	0,04	9,85 ± 2,16cA	1,17	7,45 ± 1,44cA	0,52
P ₂	5,87 ± 0,49aA	0,06	6,12 ± 0,82aB	0,17	9,42 ± 1,67bA	0,71	8,13 ± 1,19bA	0,36
P ₃	2,98 ± 0,35aB	0,03	2,28 ± 0,25aC	0,02	7,14 ± 1,57bA	0,61	6,54 ± 1,32bA	0,44
Médias	4,74	0,19	4,06	0,08	8,81	0,83	7,37	0,44

Na linha, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, significativamente.

Figura 17: Velocidade média de germinação de sementes dos artículos apical e basal, escarificadas e não escarificadas de populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986. ($\bar{v} = 1/\bar{t}$ segundo LABOURIAU, 1970).

mente diferentes entre si. A maior velocidade média de germinação foi obtida pela população P₃, seguida da população P₁ e por último da população P₂. Estas diferenças nas velocidades de germinação entre as populações, podem estar refletindo a desuniformidade no processo de escarificação o qual foi realizado manualmente, em sementes muito pequenas, o que dificultou a escarificação.

As velocidades de germinação das sementes não escarificadas, tanto apicais como basais, foram semelhantes

tes nas três populações, todas levando de 6 a 9 dias, em média, para completar a germinação.

A variância do tempo médio de germinação (Tabela 13) dá a idéia do grau de uniformidade da germinação de uma população de sementes, isto é, do grau de simultaneidade ou sincronia de germinação. Pode-se perceber que as sementes não escarificadas apresentaram maior dispersão em relação ao tempo médio de germinação, em comparação às sementes que sofreram escarificação, de ambos os artigos. Isto significa que, uma certa porcentagem de sementes teve sucesso em germinar mais cedo e o restante iniciou a germinação depois, ou seja, há uma falta de uniformidade na germinação das sementes. Tal fato é interessante porque a quebra da dormência das sementes não escarificadas foi mais bem distribuída ao longo dos trinta dias de observação, enquanto que as sementes escarificadas manifestaram comportamento altamente uniforme, na medida em que a maioria das sementes completou o processo de germinação em um período de tempo mais curto ou concentrado.

Em populações naturais é importante que isto aconteça, pois a quebra de dormência ocorrendo em tempos mais prolongados, garante com mais segurança para a espécie, que as sementes tenham oportunidade de encontrar o ambiente favorável para a germinação.

Se compararmos (Figuras 16 e 17) as populações sob estudo, quanto aos três aspectos da germinação avaliados neste ensaio, simultaneamente, há de se encontrar que em todas as populações, as sementes escarificadas dos dois artigos, alcançaram maior porcentagem de germinação, maior velocidade de germinação e apresentaram maior uniformidade na germinação, do que as sementes não escarificadas. Tais resultados devem estar associados sem dúvida, ao processo de escarificação artificial que facilitou a absorção de água e consequentemente a embebição e o início

do processo de germinação.

De qualquer forma, o comportamento diferencial do conjunto de sementes escarificadas e de sementes não escarificadas da espécie *S. angustifolia*, no que se refere à capacidade germinativa, velocidade de germinação e grau de uniformidade, vem reforçar as vantagens adaptativas de dormência de sementes como um mecanismo de controle da germinação, a qual segundo HARPER (1977) tem papel fundamental na história de vida de uma planta.

Este autor utiliza o termo "safe site" para designar o local que fornece o estímulo e as condições requeridas para a quebra de dormência e germinação, bem como os recursos (água e CO_2) que são consumidos durante o processo de germinação. Além disso, o "safe site" é um local onde os perigos com predadores, competidores, constituintes tóxicos do solo e patógenos pré-emergentes, estão ausentes.

Em última análise, em condições naturais a escarificação, e conseqüentemente a quebra da dormência, ocorre gradualmente através de complexos fatores como a ação de microrganismos do solo, passagem pelo trato digestivo dos animais, flutuações de temperatura, altas temperaturas, etc. e o "safe site" é garantido de maneira gradativa e desuniforme, tal como ocorreu com as sementes de *S. angustifolia*, mesmo considerando que esta foi submetida, neste ensaio, a condições controladas e homogêneas.

4.4. Efeito de Temperaturas Constantes sobre a Germinação de Sementes não Escarificadas

A Tabela 14 expõe os resultados da análise de variância individual dos ensaios em regime de temperaturas constantes. Observa-se que as populações não apresentaram

TABELA 14: Resumo da análise de variância individual dos dados obtidos nos ensaios de germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia* submetidas a diferentes temperaturas constantes. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		25°C	30°C	35°C	40°C
Populações	02	19,9029 ns	9,5938 ns	55,5386 ns	3,222 ns
Resíduo	09	7,9197	2,5268	24,9123	39,8138
Média		32,6132	32,7602	35,2977	29,2024
CV (%)		8,6	5,7	14,1	21,6

ns Não significativo.

diferenças estatísticas significativas em todas as temperaturas analisadas. Pode ser observado também, por esta Tabela, a desuniformidade dos quadrados médios do erro experimental obtidos nas análises de variância individuais. Por isso, a análise conjunta foi realizada ajustando-se os números de graus de liberdade, segundo indicação de GOMES (1985).

A análise de variância conjunta dos dados transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$, obtidos nesse ensaio (Tabela 15) indicou significância ($P < 0,05$) somente para temperaturas.

A não significância temperaturas versus populações, indica semelhantes comportamentos das populações quanto à porcentagem total de sementes germinadas, nas diversas temperaturas.

Como pode ser visto pela Tabela 16, as populações não diferiram na capacidade germinativa, em todas as temperaturas analisadas. Entretanto, em geral, considerando a média das três populações, maiores percentuais de germinação das sementes foram obtidos na faixa de 30°C e 35°C (29,33% e 33,66%, respectivamente) enquanto que a porcentagem mais baixa de sementes germinadas ocorreu à temperatura de 40°C (24,33%). É interessante acrescentar que à temperatura de 45°C não ocorreu germinação das sementes. À 25°C o grau de dormência alcançou 70,83%.

O desdobramento do efeito das temperaturas constantes na germinação de sementes não escarificadas, de cada uma das populações, em componentes de regressão está apresentado na Tabela 17.

Na Figura 18 estão representados, através de linhas de regressão, os efeitos das diferentes temperaturas sobre a porcentagem de germinação de sementes in

TABELA 15: Resumo da análise de variância conjunta dos dados transformados em $\arcsin \sqrt{\%/100}$, obtidos no estudo do efeito de temperaturas constantes sobre a germinação, de populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	QM
População (P)	2	41,3184 ns
Temperatura (T)	3	75,1106 *
Interação (P x T)	6	15,6546 ns
Resíduo (+)	36 (23)	19,0478
CV (%)		13,4

(+) Número de graus de liberdade de resíduo ajustado conforme o método de COCHRAN (1954) citado por GOMES (1985).

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F

ns Não significativo

TABELA 16: Porcentagem média de germinação das sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas constantes na germinação de sementes. Médias de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Temperaturas			
	25°C	30°C	35°C	40°C
P ₁	26,00 ± 4,32	31,00 ± 4,16	27,00 ± 7,75	24,50 ± 11,36
P ₂	28,50 ± 3,42	26,50 ± 1,00	35,50 ± 9,98	23,00 ± 7,39
P ₃	33,00 ± 5,29	30,50 ± 3,00	38,50 ± 6,40	25,50 ± 6,61
Média	29,17	29,33	33,66	24,33

TABELA 17: Regressão polinomial para os regimes de temperaturas constantes de populações de *S. angustifolia* e seus respectivos valores de significância. Piracicaba, SP., 1986.

Fontes de variação	GL	QM	PROB	F
População P₁				
Regressão linear	1	11,1224	0,5496	
Regressão quadrática	1	28,4380	0,6613	
Desvios de regressão	1	8,2054	0,6064	
Resíduo	12	28,4717		
População P₂				
Regressão linear	1	7,0986	0,5328	
Regressão quadrática	1	45,9274	0,1203	
Desvios de regressão	1	81,9489*	0,0448	
Resíduo	12	16,7073		
População P₃				
Regressão linear	1	18,7005	0,2334	
Regressão quadrática	1	43,7915	0,0770	
Desvios de regressão	1	73,9820*	0,0272	
Resíduo	12	11,9505		

* Significativo a 5%.

Figura 18: Gráfico representativo das linhas de regressão quadrática, confeccionado a partir das estimativas dos parâmetros das equações, para as duas populações de *S. angustifolia* consideradas sensíveis. Piracicaba, SP., 1986.

tactas destas populações.

A análise de regressão não evidenciou diferenças significativas ao nível de probabilidade convencional (1% e 5%) entre os efeitos das temperaturas constantes na germinação das sementes de cada população, entretanto, é bom ressaltar a tendência à regressão quadrática, em níveis de significância de 12% e 7%, para as populações P₂ e P₃, respectivamente. Através da Figura 18 nota-se esta tendência, sendo as temperaturas de 30°C e 35°C as que provocaram maiores índices de germinação nestas populações. A população P₁ não apresentou diferenças significativas entre as temperaturas, nem para o efeito linear, nem para o efeito quadrático.

Os resultados obtidos neste trabalho, mostram

que, em condições de laboratório, maiores porcentuais de germinação das sementes de *S. angustifolia* foram alcançados dentro de uma faixa de temperatura que favoreceu a permeabilidade e a embebição da sementes, culminando com o que se considera o término do processo germinativo - a emissão da radícula.

Alguns trabalhos têm demonstrado existir comportamentos diferenciais entre as espécies do gênero *Stylosanthes* (MCIVOR, 1976; BATTISTIN, 1979; REIS, 1984; SILVA, 1984) e entre populações de uma mesma espécie (BARRIGA, 1979; PATERNIANI & MARTINS, 1979).

Os resultados referentes às diferenças entre espécies de *Stylosanthes* mostram que a faixa de temperatura entre 20°C e 25°C são as mais favoráveis para provocar a germinação e que temperaturas abaixo ou acima desta faixa diminuem a porcentagem de germinação. Entretanto, assim como a espécie *S. angustifolia* apresentou, neste trabalho, mais alta porcentagem de germinação à 35°C, REIS (1984) afirma que a espécie *S. hamata* também mostrou menor grau de dormência quando foi submetida à essa temperatura. A temperatura também mostrou certa eficiência em provocar a germinação de *S. macrocephala* (SILVA, 1984).

Com referência aos trabalhos que avaliaram a influência de temperaturas constantes sobre a germinação de sementes de diferentes populações dentro de uma determinada espécie de *Stylosanthes* (BARRIGA, 1979; PATERNIANI & MARTINS, 1979), estes constataram que, para algumas populações, a germinação das sementes não foi influenciada significativamente pelas diferentes temperaturas, a exemplo do que ocorreu com as populações de *S. angustifolia*, no presente trabalho. Por outro lado, muitas populações mostraram comportamentos diferenciais quanto à influência deste fator ambiental sobre a germinação das sementes.

Tudo isso indica que pode existir ampla varia
bilidade dentro de uma mesma espécie, considerando a res
posta às temperaturas, que sem dúvida, deve estar relacio
nada a diferentes pressões de seleção a que a espécie está
submetida nas suas áreas de ocorrência natural que possuem
grande heterogeneidade ambiental.

No presente estudo, no entanto, as três popu
lações mostraram praticamente o mesmo comportamento nas di
ferentes temperaturas a que foram submetidas, o que prova
velmente deve refletir o ambiente homogêneo onde ocorrem
naturalmente, que são áreas de campina amazônica as quais
possuem características muito parecidas e únicas dentro da
área restrita onde foram coletadas. Ou ainda, pode-se con
siderar que tais semelhanças nas respostas devem estar as-
sociadas a um certo grau de identidade genética entre as
populações.

Na Tabela 16 estão apresentadas as porcenta
gens de sementes que permaneceram embebidas, mortas e du
ras até o final do ensaio de avaliação de temperaturas cons
tantes sobre a germinação das sementes.

Pode-se verificar, por esta Tabela e através
da Figura 19, que em todas as temperaturas, a porcentagem
de sementes duras é bastante elevada, o que confirma a hi
pótese de que grande parte das sementes que não germinam
realmente não a fazem por apresentarem o tegumento duro, im
permeável à água. Por outro lado, observa-se que na faixa
de temperatura que provocou maior índice de germinação das
sementes (30°C e 35°), houve uma considerável porcentagem
de sementes permeáveis (cerca de 13%) que permaneceram em
bebidas vivas, mas não germinaram. Este resultado sugere
que outro fator ambiental ou outra temperatura deva exer
cer importante papel na quebra da dormência dessas semen
tes, ou ainda, que estas temperaturas tenham provocado algum tipo de
dormência secundária, de natureza fisiológica. A menor por

TABELA 18: Porcentagem média de sementes embebidas (E), sementes mortas (M) e sementes duras (D) obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas constantes sobre a germinação de sementes de populações de *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante 30 dias. Piracicaba, SP., 1986⁽¹⁾.

Populações	25°C			30°C			35°C			40°C			45°C		
	E	M	D	E	M	D	E	M	D	E	M	D	E	M	D
P ₁	1,5	5,0	67,5	2,0	4,5	62,5	13,0	3,0	57,0	24,0	5,0	46,5	14,5	53,0	32,5
P ₂	10,0	11,0	50,5	20,0	6,0	47,5	10,0	9,0	45,5	21,0	9,0	47,0	12,0	54,0	34,0
P ₃	10,0	6,0	51,0	17,5	5,0	47,0	15,0	5,0	41,5	22,5	15,0	37,0	8,0	61,5	30,5
Médias	7,16	7,33	56,33	13,17	5,17	53,0	12,67	5,67	48,0	22,5	9,67	43,5	11,5	56,17	32,33

(1) Médias de 4 repetições.

Figura 19: Porcentagem média de sementes germinadas, embebidas, mortas e duras obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas constantes sobre a germinação de sementes de populações de *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante 30 dias. Média de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

centagem de sementes mortas ou inviáveis também foi encontrada nessas temperaturas.

A temperatura de 40°C, onde as sementes atingiram a mais baixa capacidade de germinação, grande quantidade de sementes permaneceram embebidas (22,5%) ao final do teste, 9,67% das sementes estavam mortas e 43,5% estavam realmente duras, não embebidas.

A 45°C não houve germinação das sementes e encontrou-se, no final do teste, grande quantidade de sementes mortas (56,17%), completamente inviáveis. Realmente, a impossibilidade das sementes germinarem está associada, neste caso, à morte do embrião. Nessa temperatura, apenas 32,33% das sementes permaneceram com o tegumento impermeável e 11,5% não germinaram, embora estivessem embebidas vivas.

Na Tabela 19 estão apresentados os tempos médios de germinação $\bar{t}$ e a sua variância s_t^2 das sementes das populações de *S. angustifolia* avaliadas neste ensaio.

Avaliando o comportamento das populações dentro de cada temperatura, nota-se, pela referida Tabela, que não há diferenças significantes entre as populações quanto à velocidade de germinação, exceto na temperatura de 25°C, onde as populações P₁ e P₃ levaram 8 a 9 dias para completar a germinação enquanto a população P₂ levou, em média, 14 dias.

Nas temperaturas de 30°C e 35°C, consideradas ideais para a germinação da espécie *S. angustifolia*, os tempos médios de germinação das sementes ficaram em torno de 8 a 12 dias, considerando a média das três populações juntas, e no entanto, à 40°C, onde ocorreu a mais baixa porcentagem de germinação de sementes, as velocidades de germinação foram maiores, para todas as populações. Nesse

TABELA 19: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação ($s^2_{\bar{t}}$) das sementes de três populações de *S. angustifolia* submetidas ao regime $\bar{t}$ de temperaturas constantes. Avaliação realizada durante o período de 30 dias. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	25°C		30°C		35°C		40°C	
	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$
P ₁	9,15 ± 2,31aA	1,34	12,97 ± 1,63bA	0,67	7,98 ± 1,65aA	0,68	3,37 ± 1,18cA	0,35
P ₂	14,44 ± 1,87aB	0,88	13,00 ± 1,69aA	0,72	8,73 ± 1,40bA	0,49	3,89 ± 1,15cA	0,33
P ₃	8,33 ± 1,61aA	0,65	11,75 ± 2,07aA	1,08	9,03 ± 1,62aA	0,66	2,73 ± 0,90bA	0,20
Médias	10,64	0,96	12,57	0,82	8,58	0,61	3,33	0,29

Na linha, os valores seguidos pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si, significativamente.

caso, as populações atingiram o seu potencial germinativo em apenas 3 dias, em média.

Como pode ser visualizado pelas Figuras 20 e 21, as temperaturas de 30°C e 35°C provocaram maiores porcentuais de germinação e elevados valores de tempo médio de germinação, enquanto que a temperatura de 40°C não só proporcionou menores índices de germinação, como também diminuiu os tempos médios de germinação, em todas as populações. É interessante ressaltar que parece haver certa tendência à associação negativa entre a capacidade germinativa e a velocidade de germinação, com relação ao efeito de temperaturas constantes na germinação das sementes de *S. angustifolia*. Mesmo considerando que o efeito das temperaturas constantes não provocou a total quebra da dormência de sementes dessa espécie, pode-se imaginar que o fato da temperatura de 40°C ter influenciado pouco a germinação das sementes e ao mesmo tempo ter favorecido mais rápida e mais uniforme germinação, tenha consequências ecológicas importantes, na medida em que, sendo a temperatura apenas uma das condições do "safe site", é importante para a população que o mínimo de germinação, favorecido por esta temperatura, seja garantido através da germinação mais veloz e uniforme. Desse modo, os genótipos que germinam mais rápido e não os que possuem maior capacidade germinativa é que contribuirão para a população de plântulas. Por outro lado, nas temperaturas de 30°C e 35°C, a contribuição para a população de plântulas pode ser unicamente dos genótipos com maior capacidade de germinação, que são provavelmente, menos velozes e cujo processo de germinação se desenvolve desuniformemente.

Em última análise, parece existir nesse caso, um mecanismo compensatório associado à capacidade de germinação e velocidade de germinação, que pode exercer importante papel na germinação e estabelecimento de plântulas em condições naturais, quando se considera a influência da

Figura 20: Porcentagem média de germinação para o regime de temperaturas constantes, mostrando o comportamento de três populações de *S. angustifolia* Piracicaba, SP., 1986.

temperatura na germinação.

4.5. Efeito de Temperaturas Alternadas sobre a Germinação de Sementes Intactas

As análises individuais dos dados obtidos neste ensaio (Tabela 20) mostram a desuniformidade dos quadros dos médios do erro experimental. Desse modo, foi preciso ajustar os graus de liberdade do resíduo para permitir a realização da análise conjunta, segundo a indicação de GOMES (1985).

A análise conjunta dos ensaios de germinação com temperaturas alternadas está apresentada na Tabela 21. Pode-se observar que há diferenças significativas apenas entre as populações, referentes à porcentagem de germinação.

Figura 21: Velocidade média de germinação das sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas constantes na germinação de sementes. Piracicaba, SP., 1986. ($\bar{v} = 1/\bar{t}$ segundo LABOURIAU, 1970).

nação das sementes.

A interação não significativa temperaturas versus populações obtida neste ensaio, indica que as três populações apresentaram os mesmos comportamentos, quanto à porcentagem de germinação, nas diversas temperaturas. As populações, por sua vez, mostraram-se insensíveis às diferentes temperaturas, já que dentro de cada uma delas não houve variação nas respostas às alternâncias de temperaturas.

TABELA 20: Resumo da análise de variância individual dos dados obtidos nos ensaios de germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia* submetidas a diferentes alternâncias de temperaturas. Dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$. Piracicaba, SP, 1986.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		25 ^o -40 ^o C	25 ^o -35 ^o C	25 ^o -30 ^o C	30 ^o -35 ^o C	30 ^o -40 ^o C	35 ^o -40 ^o C
Populações	02	325,6839**	291,1679**	13,7984ns	155,3909**	322,9877**	121,1845ns
Resíduo	09	21,6669	21,1580	28,9773	13,1877	39,2121	59,0893
Média		39,2057	38,4513	37,5493	37,4175	34,4877	34,2720
CV%		11,9	11,1	14,3	9,7	18,1	22,4

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste de F.

ns Não significativo

TABELA 21: Resumo da análise de variância conjunta dos dados transformados em $\arcsen \sqrt{\%}/100$, obtidos no estudo do efeito de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	QM
Populações	2	1007,5216**
Temperaturas	5	50,7504ns
Interação (P x T)	10	44,5444ns
Resíduo (+)	54 (40)	30,5546
CV%	14,1	

** Significativo ao nível de 5%, pelo teste de F.

ns Não significativo

+ Número de graus de liberdade ajustado segundo o método de COCHRAN citado por GOMES (1985).

Ao se comparar as populações dentro de cada temperatura, observa-se pela Tabela 22, que apenas nas temperaturas de 25-30°C e 35-40°C não ocorreram diferenças significativas entre as populações. De um modo geral, nos outros pares de temperatura, as populações P₁ e P₂ apresentaram os mesmos percentuais de germinação, que foram mais baixos e significativamente diferentes dos obtidos pela população P₃, a qual alcançou índices de germinação bem mais elevados.

Pode-se notar que cada população possui uma faixa de temperatura alternada mais favorável à permeabilização do tegumento, embora dentro da amplitude de 25°C a 40°C, qualquer choque de temperatura alternada promova efetivamente uma considerável quebra da dormência das sementes.

TABELA 22: Porcentagem média de germinação das sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas alternadas na germinação de sementes. Médias de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	Temperaturas					
	25°-40°	25°-35°	25°-30°	30°-35°	30°-40°	35°-40°
P ₁	32,00 ± 11,55aB	29,00 ± 7,75aB	35,50 ± 4,43aA	33,47 ± 3,42aB	27,00 ± 8,87aB	34,5 ± 15,61aA
P ₂	31,00 ± 3,46aB	32,50 ± 3,42aB	35,50 ± 10,88aA	28,84 ± 6,63aB	22,00 ± 7,83aB	23,0 ± 8,87aA
P ₃	58,00 ± 5,16aA	55,50 ± 9,85aA	41,00 ± 10,13aA	48,99 ± 7,39aA	49,50 ± 12,69aA	40,0 ± 9,38aA
Médias	40,33	39,00	37,33	37,42	32,83	32,50

As médias, nas linhas, seguidas por letras minúsculas distintas e nas colunas, seguidas por letras maiúsculas distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

REIS (1984) informa que existem diferenças significativas, quanto à porcentagem de germinação de sementes, entre diferentes espécies de *Stylosanthes* submetidas a alternâncias de temperatura. Porém, quando fez comparação entre temperaturas dentro de cada espécie, constatou que apenas as variedades de *S. guianensis* var. *canescens* e *S. guianensis* var. *microcephala*, não foram influenciadas significativamente pelas temperaturas. Para *S. debilis* a maior porcentagem de germinação foi encontrada à temperatura de 30-35°C, enquanto que para *S. viscosa* e *S. humilis* a melhor temperatura foi de 25-35°C.

SILVA (1984) encontrou para *S. macrocephala*, que os pares de temperatura de 25-5°C, 25-10°C, 25-15°C, 25-20°C, 25-30°C e 25-35°C não diferiram entre si e os valores de $\bar{t}$ mostraram que a velocidade de germinação foram muito semelhantes.

É interessante ressaltar que os ensaios em regime de alternância de temperaturas com populações de *S. angustifolia*, apresentaram, no geral, índices de germinação superiores aos alcançados pelos ensaios com temperaturas constantes. Este resultado é oposto ao encontrado para a espécie *S. humilis*, pois nesse caso, as temperaturas constantes foram mais efetivas na quebra da dormência das sementes, do que as temperaturas alternadas (BARRIGA, 1979).

Na Tabela 23 estão apresentadas as porcentagens médias de sementes embebidas, sementes mortas e sementes duras obtidas no final deste ensaio. A Figura 22 ilustra este resultado.

As temperaturas de 30-40°C e 35-40°C, que proporcionaram os menores índices de germinação, apresentaram no final do ensaio, os valores mais altos de sementes embebidas vivas (22,33% e 24,67%, respectivamente). Por outro lado, as porcentagens de sementes duras presentes no término

TABELA 23: Porcentagem de sementes embebidas (E), sementes mortas (M) e sementes duras (D) obtidas no final do ensaio de avaliação de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes de populações *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante 30 dias. Piracicaba, SP., 1986 ⁽¹⁾.

Populações	25°-40°C			25°-35°C			25°-30°C			30°-35°C			30°-40°C			35°-40°C		
	E	M	D	E	M	D	E	M	D	E	M	D	E	M	D	E	M	D
P ₁	4,0	3,0	61,0	2,0	6,0	64,0	0,0	4,0	60,5	8,0	7,0	49,65	19,0	6,0	48,0	27,5	5,5	33,0
P ₂	14,0	10,5	44,5	5,5	10,5	51,5	1,0	9,0	54,5	10,0	10,0	47,52	36,0	13,0	29,0	23,5	15,0	38,5
P ₃	4,0	10,5	27,5	2,0	7,5	35,5	0,0	13,5	45,5	4,0	11,0	40,58	12,0	13,0	25,5	23,0	11,0	26,0
Média	7,33	8,0	44,33	3,17	7,67	50,33	0,33	8,83	53,5	7,33	9,33	45,92	22,33	10,67	34,17	24,67	10,5	32,5

(1) Médias de 4 repetições.

Figura 22: Porcentagem média de sementes germinadas, dormentes (embebidas vivas e duras) e mortas obtidas no ensaio de avaliação do efeito de temperaturas alternadas sobre a germinação de sementes de populações de *S. angustifolia*. Avaliação realizada durante 30 dias. Médias de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

no dos ensaios envolvendo estas temperaturas foram menores do que às obtidas nos ensaios com outras temperaturas.

Nas temperaturas de 25-35°C e 25-30°C, as menores quantidades de sementes permaneceram embebidas (3,17% e 0,33%). As porcentagens de sementes mortas, presentes no final de todos os ensaios foram praticamente iguais, ficando em torno de 8% a 10%.

Verifica-se, então, que os choques mais elevados proporcionaram a embebição de muitas sementes, mas estas não germinaram. Esses choques podem ter induzido algum tipo de dormência secundária, ou mesmo, pode ter faltado outro fator que proporcionasse às sementes a condição necessária para completar a germinação através da emissão da radícula.

Nas temperaturas mais baixas, no entanto, as sementes que não germinaram, permaneceram com o tegumento impermeável, não permitindo a entrada de água. Nestes casos, a dureza do tegumento das sementes de *S. angustifolia* foi a maior responsável pela dormência das sementes.

Os tempos médios de germinação ($\bar{t}$), em dias, e sua variância (s_t^2) das sementes das populações de *S. angustifolia* submetidas ao regime de temperaturas alternadas estão apresentados na Tabela 24.

Avaliando-se o comportamento das populações dentro de cada temperatura, observa-se pela referida Tabela e através da Figura 24, que nos pares de temperaturas de 25-40°C, 30-40°C e 35-40°C, as populações mostraram semelhantes comportamentos, quanto à velocidade de germinação, apresentando, em média, 10 dias para completar sua máxima capacidade de germinação. Por outro lado, nas temperaturas de 25-35°C, 25-30°C e 30-35°C, as populações diferiram significativamente quanto à velocidade de germinação, tendo, a população P_3 apresentado, nessas temperaturas, maior velocidade

TABELA 24: Tempo médio de germinação ($\bar{t}$), em dias, e variância do tempo médio de germinação ($s^2_{\bar{t}}$) das sementes de três populações de *S. angustifolia* submetidas ao regime de temperaturas alternadas. Avaliação realizada durante o período de 30 dias. Piracicaba, SP., 1986.

Populações	25°-40°C		25°-35°C		25°-30°C		30°-35°C		30°-40°C		35°-40°C	
	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$
P ₁	10,41 ± 2,15abA	1,16	11,64 ± 1,91abAB	0,91	8,38 ± 1,74aA	0,76	13,0 ± 1,67bAB	0,70	9,96 ± 2,10abA	1,01	11,41 ± 2,20abA	1,22
P ₂	11,74 ± 1,67aA	0,70	13,26 ± 2,09aA	1,09	13,18 ± 1,47aB	0,54	15,52 ± 2,01aA	1,01	10,39 ± 2,10abA	1,10	8,74 ± 1,97bA	0,97
P ₃	8,75 ± 1,42abA	0,50	9,23 ± 1,76abB	0,77	7,56 ± 1,55aA	0,60	11,01 ± 1,20bB	0,36	8,49 ± 1,42abA	0,51	10,53 ± 2,01abA	1,01
Médias	10,3	0,79	11,38	0,92	9,71	0,63	13,18	0,69	9,61	0,87	10,23	1,07

Nas linhas, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra minúscula e nas colunas os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra maiúscula, não diferem entre si significativamente.

Figura 23: Porcentagem média de germinação para o regime de temperaturas alternadas, mostrando comportamento de três populações de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986.

de de germinação.

Quando se compara os diferentes pares de temperatura, dentro de cada população, observa-se, ainda, pela Tabela 24, que nas populações P₁ e P₃ os valores de $\bar{t}$ mais baixos ocorreram à temperatura de 25-30°C e que estes foram significativamente diferentes dos valores de $\bar{t}$ mais altos, alcançados nas temperaturas de 30-35°C. Na população P₂, a temperatura de 35-40°C proporcionou a maior velocidade de germinação, que foi semelhante à velocidade alcançada na temperatura de 30-40°C e diferente das demais temperaturas,

Figura 24: Velocidade média de germinação de sementes intactas de populações de *S. angustifolia*, obtida na avaliação do efeito de temperaturas alternadas na germinação de sementes. Piracicaba, SP., 1986. ($\bar{t} = 1/\bar{v}$ segundo LABOURIAU, 1970).

as quais apresentaram valores de $\bar{t}$ bastante elevados e consequentemente menores velocidades de germinação.

De um modo geral, considerando a média das três populações, os valores de $\bar{t}$ e $s_{\bar{t}}^2$ mostraram que as velocidades e graus de uniformidade da germinação de sementes de *S. angustifolia* foram muito semelhantes, em todos os pares de temperatura.

Em última análise, a quebra da dormência das

sementes de *S. angustifolia* foi efetuada com alternâncias de temperatura, dentro da amplitude de 25°C a 40°C, de maneira tal que todas as temperaturas avaliadas proporcionaram semelhantes respostas das sementes dessa espécie quanto à capacidade germinativa, velocidade de germinação e graus de uniformidade na germinação (Figuras 23 e 24).

4.6. Avaliação da Variabilidade Genética com Relação à Dormência de Sementes

Na análise de variância dos dados transformados em arco seno $\sqrt{\%/100}$ (Tabela 25) obtidos no ensaio com famílias, o teste F detectou diferenças significativas entre populações e entre famílias dentro da população P_1 de *S. angustifolia*. Nas outras duas populações P_2 e P_3 , o teste F não detectou diferenças entre famílias.

Através da Tabela 25, podemos observar, também, os valores do coeficiente de variação genética (CVg) e do coeficiente de determinação genotípica (b) obtidos para a característica germinação de sementes não escarificadas de 12,6 e 8 famílias das populações P_1 , P_2 e P_3 , respectivamente.

Baixas porcentagens médias de germinação das sementes foram encontradas para todas as populações (Tabela 26), as quais refletem o alto grau de dormência de suas sementes. Entretanto, embora a maioria das sementes tenham permanecido duras até o final do ensaio, houve grande quantidade de sementes embebidas vivas e mortas (Tabela 27), em todas as populações.

Os resultados contidos na Tabela 26, mostram que há considerável diferença entre as populações, com relação à porcentagem de sementes germinadas. As populações P_1 e P_3 apresentaram os maiores índices de germinação (17,83%

TABELA 25: Resumo da análise de variância dos dados transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%/100}$ e valores do coeficiente de variação genética (CVg) e do coeficiente de determinação genotípica (b), obtidos para o caráter germinação de sementes. Piracicaba, SP., 1986.

Fonte de variação	GL	QM	CVg%	b
Populações	02	1000,6407**		
Famílias (F) d populações (P)	(23)	88,4040**		
Famílias/População P ₁	11	138,4950**	21,81	0,5093
Famílias/População P ₂	05	60,2752ns	18,55	0,2369
Famílias/População P ₃	07	29,7818ns	3,23	0,0260
Resíduo médio	78	26,8275		
Coeficiente de variação (%)		23,5		

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste de F

ns Não significativo

e 20,41%, respectivamente), enquanto a população P₂ teve apenas 7,5% de sementes germinadas. Por outro lado, pode-se observar, através da Tabela 27, que esta população apresentou a maior porcentagem de sementes mortas ou inviáveis. Isto talvez demonstre que as diferenças encontradas, devem ser devido, em grande parte, às diferenças no estado das sementes ou viabilidade, do que propriamente à existência de variabilidade entre as populações.

Dentro da população P₁, a amplitude de variação, considerando a porcentagem de germinação das sementes, vai de 9,0% a 31,0%, indicando, dessa forma, que existe ampla variabilidade dentro desta população. Entretanto dentro

TABELA 26: Porcentagem média de germinação, tempo médio de germinação ($\bar{t}$) e variância do tempo médio de germinação ($s^2_{\bar{t}}$) de sementes intactas de 12, 6 e 6 famílias das populações P₁, P₂ e P₃, respectivamente, da espécie *S. angustifolia*. Médias de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986 ⁽¹⁾.

Famílias	Populações								
	P ₁			P ₂			P ₃		
	% de germinação	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	% de germinação	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$	% de germinação	$\bar{t}$	$s^2_{\bar{t}}$
1	16,00 ± 5,89c	8,43 ± 0,80ab	0,16	5,50 ± 3,00	8,18 ± 2,20a	1,21	18,5 ± 3,42	7,70 ± 0,80a	0,16
2	9,50 ± 4,43c	9,95 ± 1,29a	0,42	3,50 ± 1,91	9,71 ± 2,57ab	1,65	24,00 ± 5,16	8,29 ± 0,99ab	0,25
3	9,00 ± 4,76c	8,44 ± 1,59ab	0,63	9,50 ± 3,79	7,79 ± 1,52a	0,58	21,00 ± 8,41	9,45 ± 1,19ab	0,35
4	30,50 ± 8,39a	6,79 ± 1,03ab	0,26	7,00 ± 3,83	8,56 ± 1,61a	0,65	14,75 ± 6,29	10,09 ± 1,11b	0,31
5	16,50 ± 5,00bc	8,85 ± 0,95a	0,22	13,50 ± 6,61	11,44 ± 1,20b	0,36	16,50 ± 10,25	7,45 ± 1,03a	0,26
6	13,00 ± 3,46c	8,38 ± 1,31ab	0,43	6,00 ± 4,32	5,92 ± 2,42a	1,46	23,50 ± 7,19	7,45 ± 0,86a	0,19
7	14,00 ± 5,89c	6,89 ± 1,59b	0,63	-	-	-	22,00 ± 9,09	8,95 ± 0,96ab	0,23
8	18,00 ± 6,93bc	6,86 ± 2,64ab	1,74	-	-	-	23,00 ± 7,39	9,74 ± 1,04b	0,27
9	18,00 ± 12,65bc	6,53 ± 1,51b	0,57	-	-	-	-	-	-
10	31,00 ± 2,58a	8,48 ± 0,67ab	0,11	-	-	-	-	-	-
11	28,50 ± 8,85ab	8,17 ± 0,83ab	0,17	-	-	-	-	-	-
12	10,00 ± 2,31c	8,90 ± 1,05a	0,27	-	-	-	-	-	-
Médias	17,83	8,05	0,47	7,50	8,60	0,99	20,41	8,64	0,25

(1) Na coluna de médias para populações, os valores seguidos de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Tukey, considerando a % de germinação, e pela não sobreposição dos intervalos de confiança, para os valores de $\bar{t}$.

TABELA 27: Porcentagem média de sementes embebidas (E), sementes mortas (M) e sementes duras (D), obtidas no final do ensaio de avaliação da variabilidade genética com relação a dormência de sementes de *S. angustifolia*. Piracicaba, SP., 1986⁽¹⁾.

Famílias	Populações								
	P ₁			P ₂			P ₃		
	E	M	D	E	M	D	E	M	D
1	15,00	15,50	53,50	17,00	48,50	29,00	25,50	32,00	24,00
2	31,00	13,00	46,50	26,00	28,50	42,00	28,00	15,50	32,50
3	23,50	6,00	61,50	29,00	20,50	41,00	33,50	13,50	32,00
4	18,50	8,50	42,50	26,00	14,00	53,00	32,50	29,00	23,75
5	25,00	17,50	41,00	22,00	24,50	40,00	26,50	20,00	37,00
6	20,50	15,50	51,00	40,00	14,50	39,50	24,00	8,50	44,00
7	15,00	17,50	53,50	-	-	-	29,50	8,50	40,00
8	19,00	20,50	42,50	-	-	-	13,00	3,50	60,50
9	20,00	16,50	45,50	-	-	-	-	-	-
10	23,50	20,50	25,00	-	-	-	-	-	-
11	12,50	5,50	53,50	-	-	-	-	-	-
12	19,50	11,50	59,00	-	-	-	-	-	-
Médias	20,25	14,00	47,92	26,67	25,08	40,75	26,56	16,31	36,72

(1) Médias de 4 repetições.

das populações P_2 e P_3 não apareceu variação entre famílias, ou seja, houve completa uniformidade, dentro de cada uma das populações, no que se refere às respostas na germinação de sementes (Figura 25).

Os baixos valores do coeficiente de variação genética entre famílias dentro de cada população, 21,81%, 18,55% e 3,23% indicam que pouca variação de natureza genética está presente nas populações P_1 , P_2 e P_3 , respectivamente, da espécie *S. angustifolia*. É importante comentar que o fato de terem sido avaliadas poucas famílias dentro de cada população, não nos dá possibilidade de considerar estes resultados como válidos para outras populações. Por outro lado, a restrição da variabilidade dentro das populações deve ter sido provocada durante a amostragem em condições naturais, devido ao baixo número de plantas com sementes disponíveis na ocasião da coleta.

Considerando-se as estimativas do coeficiente de determinação genotípica que constam na Tabela 25, chega-se à conclusão que as diferenças observadas na dormência de sementes dentro da população P_1 , são devido, igualmente a fatores genéticos e ambientais, pois nessa população, o coeficiente de determinação genotípica foi igual a 0,5093. Este valor, porém, indica que há plena possibilidade de se alterar o caráter dormência de sementes nesta população, através de seleção. Contrariamente, nas populações P_2 e P_3 , a pouca variação encontrada entre as famílias avaliadas, dentro de cada uma das populações, são devido a fatores não genéticos ($b = 0,2369$ e $0,0260$, respectivamente), ou seja, a ação da seleção para sementes dormentes e não dormentes, nestas populações não será efetiva, pois poucas são as chances de sucesso.

O polimorfismo para sementes duras ocorre em muitas leguminosas e o grau de variação presente em uma população, pode ser herdável ou pode sofrer forte influência

Figura 25: Porcentagem média de germinação de sementes de 12, 6 e 8 famílias das populações P_1 , P_2 e P_3 respectivamente, de *S. angustifolia*. Avaliação realizada por um período de 15 dias. Médias de 4 repetições. Piracicaba, SP., 1986.

ambiental, principalmente durante a época de formação e maturação das sementes (SILVERTOWN, 1984).

Comportamentos diferenciais na germinação das sementes de diferentes espécies de *Stylosanthes*, de diferentes populações dentro de espécies e de diferentes famílias dentro de populações (BARRIGA, 1979; PATERNIANI & MARTINS, 1979; BATTISTIN, 1981; REIS, 1984), indicam que a variabilidade com relação à porcentagem de sementes duras, apresenta um componente ambiental e outro genético, resultado de pressões de seleção em ambientes heterogêneos.

Os tempos médios de germinação ($\bar{t}$) e sua variância ($s^2_{\bar{t}}$), em dias, estão apresentados, juntamente com a porcentagem de sementes germinadas, na Tabela 26.

Verifica-se que dentro da população P_1 , embora tenha ocorrido ampla variabilidade na porcentagem de germinação das sementes, pouca variação surgiu na velocidade de germinação. Diferenças entre famílias, com relação ao grau de uniformidade da germinação, também foi acentuada nesta população. De um modo geral, famílias com similares capacidades e velocidades de germinação diferiram em uniformidade. De um lado, encontra-se famílias que completaram a germinação em um curto período de tempo (famílias 1, 10 e 11) e no extremo, famílias que apresentaram germinação mais desuniforme (famílias 3, 7 e 8).

As diferentes famílias da população P_2 apresentaram comportamentos muito semelhantes no que se refere à capacidade germinativa, e em relação à velocidade de germinação. Observa-se que apenas uma família (família 5), apresentou diferenças significativas das outras, germinando bem mais rápido e de maneira uniforme. De novo, o grau de uniformidade na germinação variou bastante entre as famílias desta população. Germinadores rápidos (famílias 3, 4 e 5) e lentos (famílias 1, 2 e 6) foram encontrados nessa população.

Na população P_3 , as famílias mostraram as mesmas respostas quanto à capacidade germinativa e uniformidade na germinação e pouca variação apareceu entre as famílias com relação à velocidade de germinação.

Em última análise, os resultados deste ensaio mostram que as famílias, dentro das populações, podem diferir não só na capacidade germinativa, mais também na velocidade e uniformidade de germinação. Por outro lado, o grau de influência ambiental e/ou genética sobre a germinação das sementes das diferentes famílias dentro de cada população, variou entre as populações.

5. CONCLUSÕES

Com relação às populações amostradas, os resultados obtidos neste trabalho permitiram concluir que:

a) O fruto desta espécie é um lomento biarticulado, que possui um apêndice em forma de gancho e bastante longo, localizado no ápice do artículo superior. Por outro lado, a ocorrência de frutos com apenas um artículo foi bastante frequente, e, nas condições de Piracicaba, a produção de frutos basais foi drasticamente diminuída.

b) O dimorfismo do lomento é um importante mecanismo que resulta na maior probabilidade de sobrevivência das populações, pois possibilita às plantas provenientes de sementes dos dois artículos, evitar competição direta, através das diferenças entre a época de produção dos frutos, dispersão e germinação das sementes.

c) A baixa relação semente-flor ("seed-set"), mostrou haver grande quantidade de flores que não chegaram a formar sementes.

d) Há grande variabilidade intra e interpopulacional no padrão de cor do tegumento da semente. Esta variação forma um gradiente desde o amarelo claro até preto.

e) A espécie *S. angustifolia* apresentou alto valor de esforço reprodutivo (41,22%), sendo caracterizada como estrategista r.

f) As sementes escarificadas dos dois artículos, alcançaram maior percentagem, velocidade e uniformidade de germinação, comparativamente às sementes que não foram submetidas à escarificação.

g) A faixa de temperatura de 30°C e 35°C foi considerada ideal para a espécie *S. angustifolia*, no que se refere à percentagem de germinação de sementes. Entretanto, estas temperaturas proporcionaram menores velocidades de germinação e desuniformidade no processo germinativo.

h) A temperatura de 45°C foi letal para as sementes desta espécie.

i) Dentro da amplitude de 25°C a 40°C, qualquer choque de temperatura alternada promoveu efetiva quebra da dormência das sementes de *S. angustifolia*, de maneira que proporcionou semelhantes respostas, quanto à capacidade germinativa, velocidade de germinação e grau de uniformidade, de todas as populações avaliadas.

j) A variabilidade interpopulacional foi alta, referente à percentagem de germinação. Entretanto, para este mesmo caráter, houve pouca variação entre as famílias dentro de cada população.

k) Os baixos valores do coeficiente de variação genética indicam que pouca variação de natureza genética está presente nas populações, quanto à característica dormência de sementes.

l) Em apenas uma das populações avaliadas, o coeficiente de determinação genotípica foi médio ($b = 0,5093$). Este valor mostra que a expressão genotípica do caráter dormência de sementes é influenciada igualmente por componentes genéticos e ambientais. Este valor indica ainda, que há possibilidade de se alterar este caráter, nesta população através de selação. Con

trariamente, as outras duas populações apresentaram pouca variação de natureza genética, ou seja, o componente ambiental influenciou fortemente o grau de dormência apresentado pelas famílias, dentro de cada uma das populações.

m) Diferenças entre famílias dentro de cada população, apareceram, tanto quanto à capacidade de germinação como também quanto à velocidade e uniformidade de germinação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAMSON, W.G. & HERSHEY, B.J. Resource allocation and growth of *Impatiens capensis* (Balsaminaceae) in two habits. Bullettin Tourrey Botanical Club., New York, 104: 160-164, 1977.
- ARGEL, P.J. & HUMPHREYS, L.R. Environmental effects on seed development and hardseededness in *Stylosanthes hamata* cv. Verano; I. Temperature. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 34: 261-70, 1983 a.
- ARGEL, P.J. & HUMPHREYS, L.R. Environmental effects on seed development and hardseededness in *Stylosanthes hamata* cv. Verano; II. Moisture supply and illuminance. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 34: 271-7, 1983 b.
- ARGEL, P.J. & HUMPHREYS, L.R. Environmental effects on seed development and hardseededness in *Stylosanthes hamata* cv. Verano; III. Storage humidity and seed characteristics. Australian Journal of Agriculture Research, Melbourne, 34: 279-87, 1983 c.
- BALLARD, L.A.T. Physical barriers to germination. Seed Science and Technology, Noruega, 1: 285-303, 1973.
- BARRIGA, J.P. Autoecologia de *Stylosanthes humilis* HBK; Avaliação da variabilidade morfológica e estudos da biologia da semente. Piracicaba, 1979. 97p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- BASTOS, M.N. de C. Levantamento florístico dos campos do Estado do Pará; I. Campo de Joanes (Ilha de Marajó). Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi; Série Botânica, Belém, 1(1/2): 67-86, ago. 1984.
- BASTOS, T.X. & SÁ, T.D.A. Contribuição ao conhecimento da temperatura do solo na Região de Belém. Belém, IPEAN, 1972. 14p. (Comunicado, 28).
- BATTISTIN, A. Estudo biossistemático de diferentes taxons do gênero *Stylosanthes* Sw. (Leguminosae-Papilionoideae). Piracicaba, 1979. 106p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Seeds; physiology of development and germination. New York, Plenum Press, 1985. 367p.
- BLACK, M. Seed germination and dormancy. Science Progress Oxford, 58: 379-93, 1970.
- BODGAN, A.V. Tropical pasture and fodder plants; grasses and legumes. New York. Longwen, 1977. 475p.
- BOSTOCK, S.J. & BENTON, R.A. The reproductive strategies of five perennial compositae. Journal of Ecology, London, 67: 91-107, 1979.
- BROUILLET, L. & SIMON, J.P. Resource allocation and phenology of two species of *Aster* (Asteraceae) and their hybrid. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 57: 1792-9, 1979.
- CAMERON, D.F. Hardseedness and seed dormancy of townsville lucerne (*Stylosanthes humilis*) selections. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, 7: 237-40, 1967.
- CODY, M. A general theory of clutch size. Evolution, Lancaster, 20: 174-84, 1966.

- COSTA, N.M.S. & FERREIRA, M.B. O gênero *Stylosanthes* no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1977. 38p.
- COSTA, N.M.S. & FERREIRA, M.B. Some Brazilian Species of *Stylosanthes*. In: STACE, H.M. & EDYE, L.A., ed. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. New York, Academic Press, 1984. p.23-48.
- DONNELLY, E.D. Persistence of hard seed in *Vicia* lines derived from interespecific hybridization. Crop Science, Madison, 10: 661-2, 1970.
- EVENSON, W.E. Experimental studies of reproductive energy allocation in plants. In: LITTLE, R.J. & JONES, C.E., ed. Handbook of experimental and pollination ecology. New York, Scientific & Academic Editions, 1983. p-249-274.
- FERREIRA, M.B. & COSTA, N.M.S. O gênero *Stylosanthes* Sw. no Brasil. Belo Horizonte, EPAMIG, 1977. 107p.
- GADGIL, M & SOLBRIG, O.T. The concept of r- and k- selection; evidence from wild flowers and some theoretical considerations. The American Naturalist, Lancaster, 106: 14-31, 1972.
- GARDENER, C.J. Mechanisms regulating germination in seeds of *Stylosanthes*. Australian Journal of Agricultural Research, Melbourne, 26: 281-94, 1975.
- GILBERT, M.A. & SHAW, K.A. The effect of heat treatment and hardseedness of *Stylosanthes scabra*, *S. hamata* cv. Verano e *S. viscosa* CPI 34904. Tropical Grasslands, Brisbane, 31(3): 171-5, 1979.
- GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. 11. ed. São Paulo, Nobel, 1985. 430p.

- GRACE, J.B. & WETZEL, R.G. Phenotypic and genotypic components of growth and reproduction in *Thypa latifolia*; experimental studies in marshes of differing successional maturity. Ecology, Brooklyn, 62(3): 789-801, 1981.
- HARPER, J.L. Population Biology of Plants. New York, Academic Press, 1977. p.61-82.
- HARPER, J.L. & OGDEN, J. The reproductive strategy of higher plants; I. The concept of strategy with special reference to *Senecio vulgaris* L. Journal of Ecology, London, 58: 681-98, 1970.
- HICKMAN, J.C. & PITELKA, L.F. Dry weight indicates energy allocation in ecological strategy analysis of plants. Oecologia, Berlim, 21: 117-21, 1975.
- HIRSHFIELD, M.F. & TINKLE, D.W. Natural selection and the evolution of reproductive effort. Proceedings Natural Academic Science, Washington, 72(6): 2227-31, 1975.
- HUBER, J. Materiais para flora amazônica; I. Lista de plantas colhidas na Ilha de Marajó no ano de 1896. Boletim Museu Paraense de História Natural e Etnografia, Belém, 2: 288-321, 1898.
- HUMPHREYS, L.R. Environmental adaptation of tropical pasture plants. London, Mcmillan, 1981. 261p.
- JANSSEN, J.G.M. A method of recording germination curves. Annals of Botany, Oxford, 37: 705-8, 1973.
- JURIK, T.W. Reproductive effort and CO₂ dynamics of wild strawberry populations. Ecology, Brooklyn, 64(6): 1329-1342, 1983.
- LABOURIAU, L.G. On the psysiology of seed germination in *Vicia graminea*; I. Anais da Academia Brasileira de Ciência, São Paulo, 42(2): 235-62, 1970.

- LABOURIAU, L.G. A germinação das sementes. Washington, OEA, 193a. p.101-15.
- LABOURIAU, L.G. Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, Porto Alegre, 1983. Anais. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Botânica, 1983b. v.1, p.11-50.
- LEITÃO FILHO, H.F. & LOVADINI, L.A.A.C. Considerações sobre o gênero *Stylosanthes* Sw. Campinas, Instituto Agrônomo, 1974. 12p. (Boletim Técnico, 10).
- MACARTHUR, R.A. & WILSON, E.O. The theory of Island biogeography. Princeton, Princeton University Press, 1967. 203p.
- McIVOR, F.G. Germination characteristics of seven *Stylosanthes* species. Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry, Melbourne, 16: 723-28, 1976.
- McKEON, G.M. & MOTT, J.J. The effect of temperature on the field softening of hard seed of *Stylosanthes humilis* and *S. hamata* in a dry monsoonal climate. Australian Journal Agriculture Research, Melbourne, 33: 75-85, 1982.
- MANNETJE, L.T. A revision of varieties of *Stylosanthes guianensis* (publ.) Sw. Australian Journal of Botany, Melbourne, 25: 347-62, 1977.
- MANNETJE, L.T. Considerations on the taxonomy of the genus *Stylosanthes*. In: STACE, H.M & EDYE, L.A., ed. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. New York, Academic Press, 1984. p.1-21.
- MARTINS, P.S. Aspectos da biologia de populações de leguminosas herbáceas brasileiras. In: AGUIAR PERECIN, M. L. R. de; MARTINS, P.S.; BANDEL, G., ed. Tópicos de citoge

- nética e evolução de plantas. São Paulo, FEALQ, 1984. 173-84.
- MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. 2.ed. Oxford, Pergamon Press, 1975. 192p.
- MAYER, A.M. & SHAIN, Y. Control of seed germination. Annual Review Plant Physical, Standford, 25: 167-93, 1974.
- MILES, J.W. Evaluation of potential genetic marker traits and estimation of outcrossing rate in *Stylosanthes guianensis*. Australian Journal of Agriculture Research, Melbourne, 36: 259-65, 1985.
- MIRANDA, V. CH. de. Os campos de Marajó e sua flora considerada sob o ponto de vista pastoril. Boletim do Museu Paraense de História Natural e Etnografia, Belém, 5(1): 96-151, 1909.
- MOHLENBROCK, R.H. A revision of the genus *Stylosanthes*. Annals of Missouri Botanical Garden, St. Louis, 44: 299-355, 1957.
- MOHLENBROCK, R.H. Further considerations in *Stylosanthes* (Leguminosae). Rhodora, Boston, 65: 245-58, 1963.
- MORLEY, F.H.W. The inheritance and ecological significance of seed dormancy in subterranean clover (*Trofolium subterraneum* L.). Australian Journal of Biological Science, Melbourne, 11: 261-74, 1958.
- NAYLOR, J.M. & JANA, S. Genetic adaptation for seed dormancy in *Avena fatua*. Canadian Journal of Botany, 54: 306-312, 1976.
- OLIVEIRA, E.M.P. Avaliação da variabilidade de caracteres morfológicos e agronômicos em populações de *Desmodium uncinatum* (jacq.) D.C. e *Desmodium intortum* (Mill) urb. Piracicaba, 1979. 117p. (Doutorado - Escola Superior de

Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

PATERNIANI, M.L.S. & MARTINS, P.S. Variabilidade genética da dormência de semente em populações de *Stylosanthes guianensis* (Publ.) Sw. (Leguminosae - Papilionoideae). Relatório Científico do Departamento de Genética, Piracicaba, 13: 226-38, 1979.

PRIMACK, R.B. & ANTONOVICS, J. Experimental ecological genetics in plantago; VII. reproductive effort in populations of *P. lanceolata* L. Evolution, Lancaster, 36(4): 742-52, 1982.

QUINN, J.A. Genetic differentiation and phenotypic plasticity of resource allocation in plants. American Journal of Botany, New York, 72(6): 837-9, 1985.

QUINLIVAN, B.J. The relationship between temperature fluctuations and the softening of hard seeds of some legume species. Journal of the Australian Institute of Agriculture Science, Melbourne, 37: 283-96, 1966.

QUINLIVAN, B.J. Seed coat impermeability of common annual pasture legumes. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, Melbourne, 8: 695-701, 1968.

QUINLIVAN, B.J. Seed coat impermeability in legumes. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, Melbourne, 37: 283-95, 1971.

X REIS, M.S. Autoecologia de diferentes espécies de *Stylosanthes* Sw.: Análise da alocação de energia e estudos da biologia da semente. Piracicaba, 1984. 170p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

ROBERTS, E.H. Dormancy; a factor affecting seed survival in the soil. In: ROBERTS, E.H., ed. Viability of Seeds. New York, Syracuse Univ. Press, 1972. p.321-59.

- ROLSTON, M.P. Water impermeable seed dormancy. The Botanical Review, Lancaster, 44(3): 365-96, 1978.
- RUDD, V.E. Aeschynomenae (Benth.) Hutch. In: POLHILL, R. M. & RAVEN, P.H., ed. Advances in legume systematics; part. 1. Kew, Royal Botanic Garden, 1981. p.347-54.
- SACCO, J.C. Conceituação e terminologia relacionadas à dormência das sementes. In: SEMINÁRIO PAN-AMERICANO DE SEMENTES, 4, Rio de Janeiro, 1963. Anais, s.n.t. p.122-123.
- SARUKHAN, J. Studies on plant demography: *Ranunculus repens* L., *R. bylbosus* L. and *R. acris* L.; II. Reproductive strategies and seed population dynamics. Journal of Ecology, London, 62(1): 151-75, 1976.
- SAWHNEY, R. & NAYLOR, J.M. Dormancy studies in seed of *Avena sativa*; 9 demonstration of genetic variability affecting the response to temperature during seed development. Canadian Journal of Botany, Ottawa, 57: 59-63, 1979.
- SILVA, J.C.S. Germinação de *Stylosanthes macrocephala*. Campinas, 1984. 90p. (Mestrado - Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP).
- SILVERTOWN, J.W. Phenotypic variety in seed germination behavior; The ontogeny and evolution of somatic polymorphism in seeds. The American Naturalist, Lancaster, 124(1): 1-16, 1984.
- SOARES, A.R. Ecologia de Populações de *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. (Leguminosae-Papilionoideae). Piracicaba, 1980. 85p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- SOLBRIG, O.T. Demography and natural selection. In: ____.

- Demography and evolution in plant populations. Oxford, Blackwell Scientific, 1980. p.1-20.
- STACE, H.M. Genetic Systems. In: STACE, H.M. & EDYE, L. A., ed. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. New York, Academic Press, 1984. p.49-72.
- STACE, H.M. & CAMERON, D.F. Cytogenetics and the evolution of *Stylosanthes*. In: STACE, H.M. & EDYE, L.A., ed. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. New York, Academic Press, 1984. p.49-72.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1980. 481p.
- SUTHERLAND, S. Floral sex ratios, fruit-set, and resource allocation in plants. Ecology, Brooklyn, 67(4): 991-1001. 1986.
- TOOLE, V.K. Germination of seeds. Seed Science and Technology, Noruega, 1: 339-96, 1973.
- VILLIERS, T.A. Seed dormancy. In: KOZLOWSKI, T.T., ed. Seed biology. New York, Academic Press, 1972. p.219-281.
- WILLIAM, R.J.; REID, R.; SCHULTZE-KRAFT, R.; COSTA, N.M. S.; THOMAS, B.D. Natural distribution of *Stylosanthes*. In: STACE, H.M. & EDYE, L.A., ed. The biology and agronomy of *Stylosanthes*. New York, Academic Press, 1984. p.73-99.
- WILLIAMS, W.A. & ELLIOT, J.R. Ecological significance of seed coat impermeability to moisture in crimson, subteraneum and rose clovers in a mediterraneum type climate. Ecology, Brooklyn, 41: 733-42, 1960.