



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**QUALIDADE DE SEMENTES E MORFOANATOMIA DE
PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* Mill. ORIUNDAS DE
SISTEMAS DE CONSÓRCIO**

Camila Firmino de Azevedo

Areia-PB

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Camila Firmino de Azevedo

**QUALIDADE DE SEMENTES E MORFOANATOMIA DE
PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* Mill. ORIUNDAS DE
SISTEMAS DE CONSÓRCIO**

Areia-PB

2009

Camila Firmino de Azevedo

**QUALIDADE DE SEMENTES E MORFOANATOMIA DE
PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* Mill. ORIUNDAS DE
SISTEMAS DE CONSÓRCIO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Universidade Federal
da Paraíba, em cumprimento às
exigências para a obtenção do título
de Mestre em Agronomia, área de
concentração Sementes.

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Prof^a. Dr^a. Zelma Glebya Maciel Quirino

Areia-PB

2009

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial de Areia-PB, CCA/UFPB.

A994q Azevedo, Camila Firmino

Qualidade de sementes e morfoanatomia de plântulas de
Foeniculum vulgare Mill. oriundas de sistemas de consórcio./ Camila
Firmino de Azevedo – Areia – PB: UFPB/CCA, 2009.

144 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da
Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2009.

Bibliografia

Orientadora: Riselane de Lucena Alcântara Bruno

Co-orientadora: Zelma Glebya Maciel Quirino

1. Sementes – Qualidade 2. Plântulas – *Foeniculum vulgare* Mill. –
morfoanatomia 3. Plântulas – sistemas de consórcio I. Bruno, Riselane de
Lucena Alcântara (Orientadora). II. Quirino, Zelma Glebya Maciel (Co-
orientadora). Título.

CDU: 631.531(043.3)

Camila Firmino de Azevedo

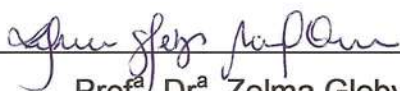
**QUALIDADE DE SEMENTES E MORFOANATOMIA DE
PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* Mill. ORIUNDAS DE
SISTEMAS DE CONSÓRCIO**

Data da defesa da Dissertação: 17 / 02 / 2009

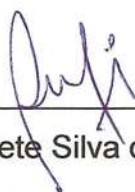
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Riselane de Lucena Alcântara Bruno



Prof^a. Dr^a. Zelma Glebya Maciel Quirino



Prof. Dr. Rivete Silva de Lima



Prof^a. Dr^a. Elizanilda Ramalho do Rego

DEDICATÓRIA

À Deus, com amor e gratidão.

Aos meus pais Antonaldo e Zeta, merecedores de todo meu respeito, amor e admiração.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças e saúde para continuar, sempre; e ao meu “anjo da guarda”, por me iluminar em tantos momentos.

Aos meus pais, Antonaldo e Zeta; pelo amor, dedicação e oportunidades que me fizeram crescer em todos os aspectos da minha vida. E também por serem exemplos de honestidade e perseverança, e pelas palavras certas nas horas certas.

Ao meu noivo, amigo e amor, Benedito; pelo apoio incondicional durante a realização deste trabalho e em todos os outros momentos felizes e difíceis da minha vida.

Aos meus irmãos, Candice e Helenaldo e meus cunhados Emmanuel e Amanda; pela presença, amizade, carinho e alegria e também pelo incentivo e coragem.

À minha tia Gracinha, por toda a atenção e amor; a meus primos Veruska, Antony, Danyelle e Hayanne, pela força, amizade e carinho dedicados, como verdadeiros irmãos; e todos os meus demais familiares, pela imensa união e apoio.

À professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno, pela valiosa orientação, profissionalismo, atenção e amizade; e pela imensa disposição em compartilhar seus conhecimentos.

À professora Zelma Glebya Maciel Quirino, pela orientação em mais esse trabalho e também pela amizade, incentivo e confiança prestada a mim.

Ao professor Paulo Wanderley, pela contribuição durante a execução do trabalho, especialmente durante a fase de campo.

À Edilma Pereira Gonçalves, pela amizade, ajuda com a condutividade elétrica e pelas valiosas sugestões.

À professora Elizanilda Ramalho do Rego, pelas dicas e pela revisão da análise estatística.

À minha gata, Filó, pela companhia enquanto eu ficava escrevendo, até a madrugada.

Aos colegas da pós-graduação, pelo companheirismo e incentivo.

Aos funcionários da pós-graduação e do Laboratório de Análise de Sementes, pela ajuda e dedicação ao trabalho.

Aos meus verdadeiros amigos, que estando perto ou longe, sei que torcem por mim assim como torço por eles.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro e à FINEP, pelo financiamento do projeto.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	1
LISTA DE TABELAS.....	5
RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	10
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1. Erva-doce – <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	13
2.2. Qualidade fisiológica de sementes.....	15
2.3. Consórcio de culturas.....	17
2.4. Uso de inseticidas na produção de sementes.....	19
2.5. Maturação de sementes.....	21
2.6. Morfoanatomia.....	22
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
CAPÍTULO 2. MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE <i>Foeniculum vulgare</i> MILL.	35
RESUMO.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1. Considerações gerais.....	39
2.2. Estudo morfológico.....	40
2.3. Estudo anatômico.....	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

3.1. Morfologia.....	42
3.2. Anatomia.....	44
4. CONCLUSÕES.....	58
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
CAPÍTULO 3. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE <i>Foeniculum vulgare</i> MILL. PRODUZIDAS EM SISTEMAS DE CONSÓRCIO.....	65
RESUMO.....	66
1. INTRODUÇÃO.....	67
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	69
2.1. Fase de campo.....	69
2.2. Fase de laboratório.....	71
2.3. Delineamento estatístico.....	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	76
3.1. Influência do estágio de maturação das sementes.....	76
3.2. Influência de sistemas de consórcio erva-doce X algodão e da aplicação do inseticida Agrofós 400.....	80
3.2.1. Emergência.....	80
3.2.2. Produção de sementes por planta.....	82
3.2.3. Peso de sementes e teor de água.....	85
3.2.4. Condutividade elétrica.....	87
3.2.5. Primeira contagem e Índice de velocidade de emergência	89
3.2.6. Comprimento e massa seca de plântulas.....	91
4. CONCLUSÕES.....	94
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95

CAPÍTULO 4. VARIAÇÃO MORFOANATÔMICA DE PLÂNTULAS DE <i>Foeniculum vulgare</i> MILL. PROVENIENTES DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO E DE INSETICIDA.....	102
RESUMO.....	103
1. INTRODUÇÃO.....	104
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	106
2.1. Fase de campo.....	106
2.2. Fase de laboratório.....	108
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	111
3.1. Morfologia.....	111
3.2. Anatomia.....	118
4. CONCLUSÕES.....	136
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURAS

1. Semeadura nas bandejas para desenvolvimento das plântulas. **a.** identificação e organização das bandejas. **b.** instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação..... 39
2. Localização dos cortes e das medições em cada órgão..... 41
3. Desenvolvimento da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** semente. **b.** semente embebida e início da ruptura do tegumento. **c.** cinco dias após a semeadura e início do desenvolvimento da radícula. **d.** sete dias após a semeadura. **e.** plântula com 10 dias. **f.** plântula com 15 dias. **g.** plântula com 20 dias. **h.** plântula 25 dias..... 43
4. Raiz da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** corte transversal evidenciando tricoma. **b.** corte transversal mostrando as estruturas da raiz, com dois pólos protoxilemáticos. **c.** início do desenvolvimento tetrarco do protoxilema. **d.** região do floema contendo gotículas de óleo..... 45
5. Zona de transição da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** corte transversal da região da epiderme. **b.** corte paradérmico da epiderme evidenciando estômato paralelocítico. **c.** corte transversal mostrando a estrutura geral. **d.** região do cilindro central. 46
6. Desenvolvimento dos tecidos vasculares desde o meristema radicular até o início da formação dos cotilédones e do caule das plântulas de *Foeniculum vulgare* Mill..... 47
7. Caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** corte transversal mostrando a epiderme e o parênquima clorofiliano. **b.** região do colênquima. **c.** estômato diacítico. **d.** estômato laterocítico..... 49
8. Caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** corte transversal do feixe vascular, evidenciando o canal secretor, floema e xilema. **b.** xilema helicoidal. **c.** feixe vascular e medula 50
9. Cotilédone da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** corte transversal da epiderme adaxial. **b.** corte paradérmico da epiderme adaxial. **c.** corte transversal da epiderme abaxial. **d.** corte paradérmico da 51

epiderme abaxial.....	
10. Cotilédone da plântula de <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. a. corte transversal da nervura central. b. corte transversal da nervura secundária. c. corte transversal mostrando grãos de amido e xilema helicoidal.....	53
11. Folha da plântula de <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. a. corte transversal da epiderme adaxial. b. corte paradérmico da epiderme adaxial. c. corte transversal da epiderme abaxial. d. corte paradérmico da epiderme abaxial.	55
12. Folha da plântula de <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. a. corte transversal mostrando mesofilo e nervuras . b. corte transversal da nervura primária evidenciando canal secretor. c. corte transversal mostrando grãos de amido e xilema helicoidal.....	56

CAPÍTULO 3

FIGURAS

1. Campo experimental de erva-doce no município de Montadas - PB.	69
2. Arranjo das plantas de erva-doce e algodão colorido cv. BRS Safira como culturas solteiras e consorciadas.....	70
3. Distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais, no campo. a – 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; b – 1A3E - uma fileira de algodão e três de erva-doce; c – 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; d – 3A1E - três fileiras de algodão e uma de erva-doce; e – AS - algodão solteiro; f – ES - erva-doce solteira; _{si} – sem inseticida; _{ci} – com inseticida.	71
4. Estádios de maturação das sementes, considerando-se a coloração do tegumento. a. Semente verde; b. Semente marrom.....	72
5. Teste de emergência. a. identificação e organização das bandejas. b. instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação.....	74

CAPÍTULO 4

FIGURAS

1. Arranjo das plantas de erva-doce e algodão colorido cv. BRS Safira como culturas solteiras e consorciadas..... 107
2. Distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais, no campo. a – 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; b – 1A3E - uma fileira de algodão e três de erva-doce; c – 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; d – 3A1E - três fileiras de algodão e uma de erva-doce; e – AS - algodão solteiro; f – ES - erva-doce solteira; si – sem inseticida; ci – com inseticida..... 107
3. Semeadura nas bandejas para desenvolvimento das plântulas. a. identificação e organização das bandejas. b. instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação..... 108
4. Localização dos cortes e das medições em cada órgão..... 110
5. Espessura da epiderme da zona de transição da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES..... 120
6. Espessura da epiderme abaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função do inseticida Agrofós 400. a. com inseticida. b. sem inseticida..... 120
7. Espessura da cutícula da epiderme abaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES..... 121
8. Espessuras da epiderme a da cutícula da epiderme adaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES..... 121
9. Espessuras da epiderme a da cutícula das epidermes adaxial e abaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E – epiderme adaxial. b. 2A1E – epiderme adaxial. c. ES – epiderme adaxial. d. 1A2E – epiderme abaxial. e. 2A1E – epiderme abaxial. f. ES – epiderme abaxial..... 122
10. Espessuras da epiderme adaxial e abaxial, e da cutícula da face abaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função do inseticida Agrofós 400. a. com inseticida – epiderme adaxial. b. sem inseticida – epiderme adaxial. c. com inseticida – epiderme abaxial. d. sem inseticida – epiderme abaxial..... 123

11. Diâmetro polar e equatorial dos estômatos da face adaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos consórcios. **a.** 1A2E. **b.** 2A1E. **c.** ES..... 130
12. Diâmetro polar dos estômatos da face adaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. **a.** 1A2E. **b.** 2A1E. **c.** ES..... 130
13. Diâmetro polar dos estômatos da zona de transição e do caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. **a.** 1A2E – zona de transição. **b.** 2A1E – zona de transição. **c.** ES – zona de transição. **d.** 1A2E – caule. **e.** 2A1E – caule. **f.** ES – caule..... 130

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

TABELAS

1. Dados referentes à emergência (%), produção (g/planta), peso de sementes (g) e teor de água (%), em função do estágio de maturação das sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.)..... 76
2. Resumo da Análise de Variância (quadrado médio e coeficiente de variação) das variáveis analisadas, em função do estágio de maturação da semente..... 76
3. Dados referentes ao vigor, em função do estágio de maturação das sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.); com os resultados da condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm/g}$), 1ª contagem e índice de velocidade de emergência, comprimento (cm) e massa seca (g) de plântulas..... 79
4. Resumo da Análise de Variância (quadrado médio e coeficiente de variação) das variáveis analisadas referentes ao vigor, em função do estágio de maturação da semente..... 79
5. Emergência (%) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400..... 81
6. Produção de sementes (g/planta) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400..... 83
7. Peso de sementes (g) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400. 85
8. Teor de água (%) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400..... 86
9. Condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm/g}$) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400..... 88

10. Primeira contagem da emergência de sementes de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	90
11. Índice de velocidade de emergência de sementes de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	90
12. Comprimento de plântulas (cm) de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	92
13. Massa seca de plântulas (g) de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	92

CAPÍTULO 4

TABELAS

1. Comprimento (cm) da raiz, caule, cotilédones e primeiras folhas de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	111
2. Diâmetro da raiz e do caule (μm) de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	113
3. Espessura do limbo cotiledonar e foliar (μm) de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	114
4. Espessura da epiderme (μm) nos órgãos de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	118

5. Espessura da cutícula (μm) nos órgãos de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	119
6. Número de grãos de amido nos cotilédones e nas primeiras folhas de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	125
7. Número de estômatos/ $10\mu\text{m}^2$ encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	127
8. Diâmetro polar (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	128
9. Diâmetro equatorial (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	129
10. Número de cloroplastos/ $10\mu\text{m}^2$ presentes nas células-guarda dos estômatos do cotilédone e da folha de plântulas de erva-doce (<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.....	133

AZEVEDO, Camila Firmino de. **Qualidade de sementes e morfoanatomia de plântulas de *Foeniculum vulgare* Mill. oriundas de sistemas de consórcio.** Areia - PB, 2009. 144p. Dissertação (Trabalho de Pós-Graduação em Agronomia). Comitê de orientação: Riselane de Lucena Alcântara Bruno, Zelma Glebya Maciel Quirino.

RESUMO: A erva-doce é uma cultura de grande importância comercial pelas suas propriedades medicinais e cosméticas, o que torna indispensável o desenvolvimento de técnicas que melhorem a qualidade de suas sementes. Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de erva-doce de diferentes colorações, oriundas de sistemas de consórcio com algodão colorido cv. BRS Safira, e com aplicação do inseticida; assim como as possíveis variações morfoanatômicas em suas plântulas. Após uma ampla revisão da literatura sobre os principais temas da pesquisa, foi feita uma análise da morfologia e da anatomia da plântula da espécie, através de medições e cortes histológicos dos órgãos, com o intuito caracterizá-la estruturalmente desde o desenvolvimento. Posteriormente, foi observada a influência de cinco sistemas de consórcio, do uso de inseticida e do estágio de maturação, na qualidade fisiológica das sementes de erva-doce produzidas; como também, foram analisados os efeitos dos consórcios e do inseticida utilizados durante a produção das sementes, na morfologia e na anatomia das plântulas. Observou-se que a plântula de erva-doce apresenta germinação epígea e plântulas fanerocotiledonares. Para todas as análises fisiológicas, as sementes marrons apresentaram valores superiores às verdes. O consórcio 1A3E aumentou a porcentagem de emergência das plântulas e o vigor das sementes avaliado pelo PCE e IVE; e o 3A1E proporcionou os melhores resultados para o teor de água e a CE. Já o inseticida causou influência positiva na emergência, produção e CE, mas diminuiu os valores do comprimento e da massa seca das plântulas. As plântulas tiveram seu comprimento aumentado pelo consórcio 1A2E; porém o inseticida melhorou os resultados dessa característica apenas na raiz e nos cotilédones. A folha e o cotilédone tiveram a espessura da epiderme e da cutícula diminuída pelo cultivo consorciado, já o inseticida, aumentou essas características apenas na folha. Nos cotilédones, o cultivo solteiro aumentou o número de estômatos, porém diminuiu o diâmetro e a quantidade de cloroplastos. Já na folha, os consórcios aumentaram o número de estômatos e de cloroplastos. Tais estudos contribuem para ampliar os conhecimentos sobre essa importante cultura para o estado da Paraíba; além de fornecer informações sobre a fisiologia e auxiliar na identificação das plântulas normais da espécie.

Palavras-chaves: algodão cv. BRS Safira, erva-doce, estágio de maturação, inseticida, vigor.

AZEVEDO, Camila Firmino de. **Seeds quality and morphoanatomy of *Foeniculum vulgare* Mill. seedlings proceeding of intercropping.** Areia - PB, 2009. 144p. Dissertation (Work of After-Graduation in Agronomy). Committee of orientation: Riselane de Lucena Alcântara Bruno, Zelma Glebya Maciel Quirino, Paulo Alves Wanderley.

ABSTRACT: The fennel is a culture of great commercial importance due to medicinal and cosmetic properties, turning development of techniques indispensable for better the quality of your seeds. This work studied the physical and physiological qualities of fennel seeds of colorations different, proceeding of intercropping with colored cotton, variety BRS Safira, and insecticide application; as well, possible variations morphoanatomy in seedlings. After an extensive literature review on the main subjects of the research, morphology and anatomy analysis of species seedlings it was made, through histologic measurements and cut of the organs, with intention to characterize the structure since the development. Later, the influence of five intercropping was observed, of insecticide use and maturity stage, in the physiologic quality on produced seeds; as well, the intercropping effects and of the insecticide used during the seeds production, in the seedlings morphology and anatomy. It was observed that germination is phanecotylar-epigeous. For all physiological analyses, the brown seeds presented superior values to greens. The 1A3E intercropping increased emergency percentage and vigor in seeds evaluated by PCE and IVE; and 3A1E provided best resulted for water content and CE. The insecticide caused positive influence in emergency, production and CE, but diminished length and dry mass values of seedlings. The 1A2E intercropping increased the seedlings length; however, the insecticide improved characteristic results only in root and cotyledons. The leaf and cotyledon had the epidermis and cuticle thickness diminished by intercropping; the insecticide increased these characteristics only in leaf. In cotyledons, the single culture increased the stomata number; however, diminished the chloroplasts diameter and number. In leaf, the intercropping increased the stomata and chloroplasts number. Such studies contribute to extend to the understanding of culture in Paraíba state; besides furnish physiology information and assistant in identification of seedlings normal.

Keywords: colored cotton variety BRS Safira, fennel, insecticide, maturity stage, vigor.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) pertence à família Apiacea e também é conhecida como anis e funcho. É uma erva perene ou bienal, entouceirada, aromática, nativa da Europa e amplamente cultivada em todo o Brasil (LORENZI e MATOS, 2008). Apresenta propriedades aromáticas, condimentares e medicinais; podendo ser usada como medicamento natural e na indústria cosmética (FIGUEIREDO *et al.*, 2002; CHOI e HWANG, 2004; SIMÕES *et al.*, 2004) por apresentar óleo essencial rico em vários princípios ativos com atividade biológica (MIRALDI, 1999; RUBERTO *et al.*, 2000; COELHO *et al.*, 2003; PAREJO *et al.*, 2004; SOUSA *et al.*, 2005).

A cultura da erva-doce representa uma importante fonte de renda para vários agricultores de todo o país, como no estado da Paraíba, nos municípios de Bananeiras, Remígio, Esperança, Areial, Pocinhos e Montadas. Porém, tais agricultores, muitas vezes não têm acesso a informações que possam auxiliar numa maior produtividade e melhorar a qualidade dos produtos; dessa forma, deixam de implementar técnicas que poderiam melhorar consideravelmente a qualidade fisiológica das sementes. E muitas vezes, aplicam produtos e técnicas de forma inadequada para a cultura, a exemplo de sistemas de plantio, produtos químicos para controle de pragas, modo e época de colheita, formas de secagem, entre outros; os quais contribuem consideravelmente para a redução da produção e da qualidade da semente a ser lançada no mercado.

Pesquisas de morfologia, anatomia e fisiologia de sementes são essenciais para o melhoramento ou mesmo a conservação da qualidade e da produção de grandes culturas, especialmente as medicinais. Oliveira *et al.* (2005) enfatizam que o melhoramento dessas plantas relaciona-se tanto a maior capacidade de produção de princípios ativos, quanto a maior resistência a condições climáticas desfavoráveis e a parasitas; com ênfase aos fatores genéticos e ambientais, que influenciam no metabolismo do vegetal e, conseqüentemente, na sua composição. Dessa forma, são realizadas

pesquisas com o intuito de determinar esses fatores, e como eles afetam a fisiologia da planta.

Mesmo apresentando grande potencial medicinal e industrial (cosméticos), e por representar uma importante fonte de renda para os produtores, poucas pesquisas foram realizadas com enfoque morfoanatômico (BERNATH *et al.*, 1996; SOUSA *et al.*, 2005) ou mesmo relativas à fisiologia de sementes da espécie (WANDERLEY, *et al.*, 2007); existindo trabalhos que enfatizam principalmente a utilização de extratos em ensaios biológicos e a caracterização química do óleo essencial.

Portanto, objetivou-se com esta pesquisa, avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de erva-doce de diferentes colorações, oriundas de sistemas de consórcio com algodão colorido cv BRS Safira, e com aplicação do inseticida; assim como as possíveis variações morfoanatômicas em suas plântulas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Erva-doce – *Foeniculum vulgare* Mill.

F. vulgare, pertencente à família Apiaceae (Umbelliferae), é uma planta medicinal muito utilizada no Brasil, podendo ser conhecida também como funcho, falsa-erva-doce e anis-doce. Apresenta porte baixo com 40-90cm de altura, é aromática, com folhas inferiores alargadas, podendo atingir até 30cm de comprimento e superiores mais estreitas, com pecíolo alargado e folíolos reduzidos a filamentos. Possui inflorescência em forma de umbela composta por 10-20 umbelas menores, com flores pequenas, hermafroditas e de cor amarela. Os frutos são oblongos, de cor verde-acinzentada, formadas por dois aquênios com cerca de 4mm de comprimento (OLIVEIRA *et al.*, 2005; LORENZI e MATOS, 2008); sendo considerados como frutos-sementes (unidade de dispersão).

A erva-doce tem como origem a bacia do mediterrâneo oriental e do Cáucaso, sendo atualmente cultivada sob a forma de numerosas variedades, tanto nos campos, como em jardins. Essa espécie foi trazida para o Brasil na época da colonização (SIMÕES *et al.*, 2004) e destaca-se por possuir propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. Essa cultura representa uma importante fonte de renda para vários agricultores de todo o país, como no estado da Paraíba, nos municípios de Bananeiras, Remígio, Esperança, Areial, Pocinhos e Montadas, onde são encontrados grandes campos de produção de sementes (DORNELAS, 2006).

Ela também é comercializada em larga escala em vários outros países (BARAZANI *et al.*, 2002; CHOI e HWANG, 2004); porém, existem algumas espécies morfológicamente similares, dificultando a sua identificação (PIMENOV e LEONOV, 2004). Simões *et al.* (2004) explicam que este fato se dá por existirem muitas variedades e também espécies morfológicamente semelhantes conhecidas como erva-doce, a exemplos de *F. vulgare* e

Pimpinella anisum L., as quais, algumas vezes, são enquadradas como sinônimas na classificação taxonômica.

De acordo com Lorenzi e Matos (2008), a espécie *F. vulgare* possui diversas propriedades farmacêuticas, como inseticida, antifúngica, estimulante digestivo e estrogênica. Ela é usada principalmente no tratamento de problemas digestivos, cólicas e distúrbios ginecológicos (ZHU *et al.*, 1999; KWON *et al.*, 2002); e também apresenta grande importância para indústria cosmética, por possuir um óleo essencial com fragrância bem agradável, utilizada na produção de sabonetes, hidratantes e perfumes (LORENZI e MATOS, 2008); porém Simões *et al.* (2004) ressaltam que o óleo apresenta alguns problemas de toxicidade e por este motivo é usado especialmente como aromatizante.

Mesmo sendo uma espécie com grande potencial medicinal e para a indústria cosmética, e por representar uma importante fonte de renda para os produtores, poucos trabalhos foram realizadas com enfoques morfoanatômico (BERNATH *et al.*, 1996; SOUZA *et al.*, 2005) e fisiológico (FIGUEIREDO *et al.*, 2002; WANDERLEY *et al.*, 2007) com a espécie *F. vulgare*. A maioria das pesquisas realizadas envolve ensaios biológicos com intuito de verificação do potencial medicinal (KWON *et al.*, 2002; OKTAY *et al.*, 2003; CHOI e HWANG, 2004) e caracterizações químicas dos princípios ativos (MUCKENSTURN *et al.*, 1997; MIRALDI, 1999). Porém, Marotti *et al.* (1993) compararam algumas características químicas e agrônômicas de três variedades de *F. vulgare* e Steffanelo *et al.* (2006) avaliou o potencial fisiológico de sementes de erva-doce em função da luz, temperatura e estresse-hídrico.

Tendo em vista a importância medicinal e comercial dessa espécie, a mesma requer pesquisas que visem uma maior produção de sementes e melhor aproveitamento do seu óleo em função de diferentes tratamentos, bem como a parte da planta que produz óleo de melhor qualidade; através de estudos fisiológicos, morfoanatômicos, genéticos, etc. Pois apenas Figueiredo *et al.* (2002) estudaram o rendimento de óleo de sementes de erva-doce verdes e maduras, não verificando diferença entre os tratamentos.

2.2. Qualidade fisiológica de sementes

A utilização de sementes de alta qualidade é um dos fatores mais importantes para assegurar germinação rápida, uniforme e, conseqüentemente, o estabelecimento do estande constituído por plântulas vigorosas (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Um lote de sementes com boa qualidade fisiológica deve apresentar alta porcentagem de germinação, que é definida como sendo a emergência e o desenvolvimento do embrião, demonstrando sua capacidade de produzir plântulas normais sob condições favoráveis de campo (BRASIL, 1992). A avaliação da germinação das sementes é realizada pelo teste de germinação, conduzido em laboratório por meio de métodos padronizados que visam avaliar o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das sementes (MARCOS FILHO *et al.*, 1987).

Nos últimos anos, o tema germinação de sementes, especialmente de culturas de expressão econômica, tem sido objeto de estudos para muitos autores (POPINIGIS, 1988). Bittencourt *et al.* (2005) analisaram o vigor e a germinação de sementes de aspargo (*Asparagus officinalis* L.); Viegas *et al.* (2005), estudando sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) armazenadas, compararam a influência de produtos sintéticos e de origem vegetal na qualidade fisiológica; já Pereira *et al.* (2008) observaram a emergência e vigor de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em função da temperatura e ordens de umbelas. Tais estudos, assim como tantos outros, têm o intuito de fornecer informações que ajudem a melhorar a qualidade fisiológica das sementes produzidas. Pois o uso de sementes com potencial fisiológico elevado é fundamental para a obtenção de resultados satisfatórios em grandes culturas e a principal ferramenta para alcançar esses resultados é a análise de sementes.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é fundamental para os diversos segmentos que compõem um sistema de produção, pois a descoberta dos fatores que possam afetar a qualidade dessas sementes

depende diretamente da eficiência dos métodos utilizados para determiná-la (MARCOS FILHO *et al.*, 1987). As alterações na qualidade das sementes têm como conseqüências finais a redução na capacidade germinativa, entretanto, transformações degenerativas mais sutis, não avaliadas pelo teste de germinação, exercem grande influência no potencial de desempenho, com reflexos na emergência das plântulas no campo, no crescimento e na produtividade das plantas (SPINOLA *et al.*, 2000).

É necessário que após a germinação, as plântulas se desenvolvam de forma eficiente, rápida e uniforme, com alto vigor fisiológico; o que também determina o potencial de um lote de sementes. Para Nascimento *et al.* (2004), o vigor da semente é influenciado pelos fatores ambientais mesmo antes de sua formação, pois condições de clima que afetam o desenvolvimento e o florescimento da planta poderão ter reflexos sobre o vigor das futuras sementes. Estes efeitos, evidentemente, são de difícil avaliação, principalmente se comparados com os que ocorrem na fase final do processo de maturação (ROSSETO e NAKAGAWA, 2000).

Para verificar se um lote de sementes apresenta alto vigor, são realizados diferentes testes, que para Miguel *et al.* (2001), têm se constituído em ferramentas de uso cada vez mais rotineiro pela indústria de sementes e por pesquisadores. Carvalho e Nakagawa (2000) citam vários testes de vigor, dentre eles, os mais realizados são: índice de velocidade de germinação ou de emergência, primeira contagem de germinação, comprimento de plântulas, peso da massa seca de plântulas, teste de frio, condutividade elétrica, teste de tetrazólio, envelhecimento acelerado, entre outros. Tais testes devem ser igualmente aplicáveis para determinar o vigor de uma semente como de um lote e com eficiência para detectar tanto pequenas, como grandes diferenças de vigor. Além disso, deve ser de execução rápida, fácil e precisa, além de não exigir equipamentos complexos (VIEIRA e CARVALHO, 1994). Porém, nenhum dos testes atuais apresenta todas essas características, por isso é tão importante a utilização de diferentes testes para avaliação do vigor de um mesmo lote de sementes.

Poucos trabalhos foram realizados para a verificação da qualidade fisiológica de sementes de erva-doce. Wanderley *et al.* (2007) observaram a

influência do tipo de polinização na frutificação e no peso dos frutos de *F. vulgare* e Stefanello *et al.* (2006) estudaram a influência da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico das sementes dessa espécie. Já Torres (2004) realizou testes de envelhecimento acelerado com *Pimpinella anisum* L. (Apiaceae), que também é conhecida como erva-doce.

2.3. Consórcio de culturas

O momento vivenciado na agricultura é caracterizado pela tentativa de otimização dos recursos de produção (ZÁRATE e VIEIRA, 2004). Para tal, são utilizadas várias estratégias com o intuito de melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos. Dentre elas, a consorciação de culturas representa um importante mecanismo que tem sido bastante utilizado, principalmente pelos pequenos produtores; aumentando a eficiência de exploração dos recursos naturais, além de conferir proteção contra pragas e doenças (DORNELAS, 2006).

O sistema consorciado, em função das vantagens proporcionadas aos agricultores, pode constituir-se numa tecnologia bastante aplicável e acessível, vindo a se estabelecer como uma alternativa de cultivo, possibilitando um maior ganho, seja pelo efeito sinérgico ou compensatório de uma cultura sobre a outra, como também pelo menor impacto ambiental proporcionado, em relação à monocultura (REZENDE *et al.*, 2001).

Esse sistema de cultivo permite um melhor aproveitamento da luz solar; aumenta o rendimento das culturas consorciadas, sem elevação dos custos; permite uma maior eficiência do uso da terra e da mão de obra e diminui os riscos de perdas em função do clima (PAULUS *et al.*, 2000). Além disso, o consórcio entre plantas com diferentes ciclos e portes reduz o crescimento de ervas espontâneas, controla a temperatura do solo e otimiza o uso de insumos agrícolas (OLASANTAN *et al.*, 1996).

Em cultivo consorciado, as espécies geralmente diferem em características morfológicas, que poderiam levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. Conseqüentemente, o nível de radiação e quantidade de nutrientes que as plantas estão expostas pode ser diferente, dependendo das culturas usadas, podendo afetar as características morfológicas, anatômicas e fisiológicas da folha, o que interfere diretamente sobre o desenvolvimento, função e estrutura foliar, estrutura dos cloroplastos e componentes do processo fotossintético (NASCIMENTO *et al.*, 2006); alterando assim, a produção de flores, frutos e sementes.

Por isso, a eficiência do consórcio depende de uma variedade de fatores, como escolha de cultivares adaptadas ao sistema, arranjo espacial das culturas componentes, densidade de plantio, entre outros (REZENDE *et al.*, 2001; BARROS JÚNIOR *et al.*, 2005), para que esse sistema seja mais vantajoso em relação ao monocultivo; pois várias pesquisas já mostraram a desvantagem do consórcio entre algumas culturas, como algodão herbáceo (*Gossypium hirsutum* L.) e amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (ARAÚJO *et al.*, 2008); palmiteiro (*Euterpe edulis* Martius) e eucalipto (*Eucalyptus citriodora* Hook) (TSUKAMOTO FILHO *et al.*, 2001); e cafeeiro Apoatã (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) e algumas culturas anuais (Paulo *et al.*, 2004).

Várias espécies podem ser utilizadas em sistemas de consórcios, mas é necessário que sejam realizados estudos para se avaliar a combinação e o arranjo espacial das culturas. Por isso, pesquisas foram realizadas com o intuito de avaliar a utilização de sistemas de consórcio, especialmente com espécies oleaginosas, mostrando como a fisiologia das plantas pode ser influenciada. Callado *et al.* (2007) obtiveram resultados promissores para o consórcio entre mamona (*Ricinus communis* L.) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em comparação ao monocultivo. Rezende *et al.* (2001) maiores rendimentos de massa verde, matéria seca e proteína bruta total em de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) e soja (*Glycine max* (L.) Merr.) consorciadas, em relação ao cultivo solteiro.

A cultura do algodão herbáceo (*G. hirsutum*) também já foi utilizada em sistemas de consórcio; mostrando bons resultados com feijão vigna, obtendo-se aumento da produtividade (AZEVEDO *et al.*, 1993), e com o sorgo, gergelim

e milho (TAVORA *et al.*, 1990); já que entre pequenos produtores no trópico semi-árido, especialmente do Nordeste brasileiro, é praxe o uso do consórcio dessa espécie com culturas alimentares (AZEVEDO *et al.*, 1998).

A erva-doce, que também é uma oleaginosa, também já foi usada em diferentes consórcios. Nunes *et al.*, (2007) verificaram aumento de 56% na produção de sementes quando a erva-doce foi consorciada com feijão (*P. vulgaris*). Já no consórcio com o endro (*Anethum graveolens* L.), Carruba *et al.* (2008) observaram além de uma maior produção de sementes, uma potencialização na produção dos compostos químicos. Ahmed *et al.* (2004) constataram uma menor infestação de insetos patogênicos em campos de erva-doce consorciado com orégano (*Trachyspermum ammi* L.) e sorgo (*S. bicolor*); e Kumar *et al.* (2006) observaram que, em consórcio com feno-grego (*Trigonella foenum* L.), também houve aumento na produção de sementes de erva-doce; e com batata (*Solanum tuberosum* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* L.) e rabanete (*Raphanus sativus* L.), houve redução na adubação do campo sem haver diminuição na produção.

2.4. Uso de inseticidas na produção de sementes

Um dos grandes empecilhos para o crescimento de diversas culturas é a ocorrência de pragas, pois se estas não forem controladas adequadamente podem fazer com que o produtor obtenha baixas produtividades ou até mesmo, perda total de plantações. Geralmente, a primeira medida adotada pelos produtores é a utilização de produtos químicos (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

As pragas, doenças e ervas invasoras, obviamente constituem-se em fatores limitantes da produção de alimentos nos agroecossistemas que apresentam desequilíbrio ambiental. Na tentativa de resolver estes problemas, os agrotóxicos têm sido aplicados de forma indiscriminada devido às próprias características culturais do trabalhador rural, como a falta de capacitação profissional e de assistência técnica (ARAÚJO *et al.*, 2001). A utilização dos

agrotóxicos na agricultura iniciou-se na década de 1920, época em que eram pouco conhecidos do ponto de vista toxicológico (SAÚDE, 1997).

O termo “agrotóxico” ao invés de “defensivo agrícola” passou a ser utilizado para denominar os venenos agrícolas, após grande mobilização da sociedade civil organizada. Mais do que uma simples mudança da terminologia, esse termo coloca em evidência a toxicidade desses produtos para o meio ambiente e a saúde humana (SIQUEIRA e KRUSE, 2008). Além disso, esses produtos influenciam diretamente a fisiologia dos vegetais podendo afetar a estrutura, reprodução, metabolismo e crescimento (CHABOUSSOU, 2006); fenômenos comprovados por diversos pesquisadores (DEUBER *et al.*, 1977; LEITE *et al.*, 1996; SMIDERLE e CICERO, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2001; PLAZAS *et al.*, 2003;).

Para esclarecer esse fato, Chaboussou (2006) destaca toda a importância da nutrição sobre o potencial biótico dos organismos vivos, explicando que a proliferação de pragas e, com mais forte razão, o desenvolvimento de doenças nos vegetais, desencadeadas pelo uso de agrotóxicos não poderiam ser explicados somente pela destruição dos eventuais inimigos naturais. Pois tratam-se de fenômenos indiretos que se atêm à modificação fisiológica da planta sob a ação dos produtos fitossanitários.

Os organofosforados com ação inseticida estão entre os agrotóxicos mais usados, inclusive na cultura da erva-doce. Os principais problemas do sistema de produção dessa cultura são solos compactados e empobrecidos; desuniformidade do *stand* e do desenvolvimento das plantas; alta incidência de pulgão e problemas advindos da utilização desses agrotóxicos, como, a contaminação do solo e da água e a intoxicação dos produtores, havendo vários relatos de problemas de saúde que, segundo os agricultores, estariam relacionados à aplicação desses inseticidas de forma crescente (NUNES *et al.*, 2007). Além disso, a erva-doce é muito utilizada na produção de medicamentos naturais, na culinária e na indústria cosmética, e o uso de sementes contaminadas por agrotóxicos pode trazer sérios riscos para a saúde da população em geral.

2.5. Maturação de sementes

O uso de sementes com potencial fisiológico elevado é fundamental para a obtenção de resultados satisfatórios em culturas de expressão econômica (MIGUEL *et al.*, 2001). Um dos aspectos para essa obtenção é o momento da colheita, que pode ser determinado pelo estágio de desenvolvimento do fruto ou da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), que influencia diretamente a germinação, o vigor e as propriedades físicas e químicas da semente.

De acordo com Hartmann *et al.* (1997), a maturação da semente pode ser compreendida pelas mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem durante a fertilização e o momento em que as sementes independem da planta-mãe. Após esse momento, o teor de umidade do óvulo geralmente aumenta por alguns dias e depois começa a decrescer progressivamente, à medida que a semente vai se desenvolvendo; permanecendo até que se estabeleça um equilíbrio com o meio (REITZ *et al.*, 1984).

Durante o processo de maturação, o fruto e a semente sofrem várias transformações tanto químicas quanto físicas, como mudança de coloração, perda de água, diminuição do peso específico e maior atração pelos pássaros; ocorrendo também muitas vezes acúmulo de substâncias de reservas, tais como, compostos orgânicos solúveis, óleos e proteínas (DEICHMANN, 1967). Dessa forma, a maturidade fisiológica é alcançada quando as sementes exibem os valores máximos do poder germinativo, do vigor e do peso da matéria seca, apresentando, geralmente, aumento em tamanho e decréscimo no teor de água (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Contudo, na prática, o aspecto externo do fruto é um dos melhores indicadores da época da colheita, destacando-se a coloração, odor, tamanho e textura (CARRASCO, 2003).

Segundo Condé e Garcia (1984) a maturação é um dos parâmetros mais significativos para se obter sementes de boa qualidade e para se conseguir um melhor armazenamento, por esta razão é que as sementes devem ser coletadas completamente maduras. A maturação fisiológica das sementes, de acordo com Aguiar *et al.* (1988), é geralmente acompanhada por visíveis mudanças no aspecto externo e na coloração dos frutos e das sementes.

2.6. Morfoanatomia

Os estudos sobre a organização estrutural dos vegetais são amplos e distribuídos nas várias áreas de estudo relacionados com a produção vegetal, como: influência das condições ambientais na fisiologia e anatomia das plantas (COSTA *et al.*, 2007; DEUNER *et al.*, 2007; NERY *et al.*, 2007); resistência estrutural dos vegetais aos microrganismos e insetos (CARTIN *et al.*, 1983; BRZEZICKA-SZYMCZYK e GOLINOWSKI, 1984; LESSA *et al.*, 1998; WANDERLEY e SANTOS, 2004), produção e nutrição vegetal (POZZA *et al.*, 2001; PACIULLO, 2002; BARBOSA *et al.*, 2003; SEGATTO *et al.*, 2004), melhoramento genético (VEIGA *et al.*, 1994; RAMIRO *et al.*, 2004), entre outros.

Os conhecimentos de anatomia vegetal destacam-se quando se trata da propagação vegetativa, pois a identificação dos aspectos estruturais é importante para o sucesso da propagação, a qual depende da regeneração de tecidos vegetais e da nutrição fornecida (SILVA *et al.*, 2004). Além dos nutrientes, outras características como aplicação de agrotóxicos e inseticidas durante a produção, condições do solo, da água, da luz, da temperatura, exercem influência sobre as características estruturais do vegetal (SILVA *et al.*, 2000), condições que podem influenciar o desenvolvimento e a produtividade das plantas cultivadas. Para Bosabalidis e Kofidis (2002) essas influências compreendem, na folha, principalmente a redução do tamanho, capacidade de enrolamento, alta densidade de tricomas, presença de estômatos abaixo das demais células epidérmicas, acúmulo de mucilagem e outros metabólitos secundários e aumento da compactação do mesofilo.

A caracterização de espécies vegetais tem uma importância ainda mais relevante quando se trata de espécies de interesse medicinal, pois a diferenciação anatômica está intimamente relacionada ao controle de qualidade das plantas e dos compostos químicos. Para Oliveira *et al.* (2005), o melhoramento de plantas medicinais relaciona-se tanto com a maior capacidade de produção de princípios ativos, como com a maior resistência a condições climáticas desfavoráveis e a parasitas.

Os estudos relacionados à produção vegetal, na maioria, são relacionados às grandes culturas (monoculturas ou policulturas). Portanto, a visão a respeito dos organismos biológicos é diferente da visão ecológica, ou seja, muitos seres vivos são considerados como causadores de problemas e não como um conjunto de organismos que atuam em interdependência (SILVA *et al.*, 2004).

Dentre os estudos de morfoanatomia vegetal, a caracterização de plântulas tem papel relevante nas pesquisas de fisiologia, pois a fase inicial do desenvolvimento de uma planta é, muitas vezes, definida como um período crítico para diversas espécies (CRESTANA e BELTRATI, 1988). Tais estudos auxiliam na compreensão do ciclo de vida, de processos de germinação e crescimento de suas espécies, além de contribuir para a obtenção de mudas e para a classificação com finalidade taxonômica. Dessa forma, a associação de estudos de anatomia e morfologia permite a compreensão de todo o processo fisiológico, estrutural e ecológico das plantas (MOURÃO *et al.*, 2002); conhecimento essencial para a disseminação e produção de espécies cultivadas e florestais.

Os estudos morfológicos auxiliam na identificação botânica das espécies, na interpretação dos testes de laboratório e no reconhecimento das espécies em bancos de sementes do solo e em fase de plântulas. Estas análises contribuem para o estudo dos mecanismos de dispersão, sucessão e regeneração natural da espécie (MELO *et al.*, 2004).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P. Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **IPEF**, Piracicaba, n.38, p. 41-49, 1988.

AHMED, S.; WASEEM, A.; MOHAMMAD, A. R. Effect of crop rotation and intercropping on subterranean termites in wheat at Faisalabad. **Pakistan Entomologist**. Pakistan. v. 26. N. 1. p. 25-30, 2004.

ARAÚJO, A. C. de; BELTRÃO, N. E de M.; MORAIS, M. dos S.; ARAÚJO, J. de L. O.; CUNHA, J. L. X. L.; PAIXÃO, S. L. Indicadores agroecômicos na avaliação do consórcio algodão herbáceo + amendoim. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v. 32. n. 5. p. 1467-1472, 2008.

ARAÚJO, S. M. M.; LEMOS, R. N. S. de; QUEIROZ, M. E. R. de; NUNES, G. S. Uso de inseticidas organofosforados nos pólos de produção na ilha de São Luís (MA): condições de trabalho e contaminação de hortaliças. **Pesticidas: Relações Ecotoxicológicas e Meio Ambiente**. Curitiba. v. 11. p. 159-179, 2001.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. M.; NÓBREGA, L. B.; VIEIRA, D. J. Consórcio algodão – feijão vigna. Efeito de modalidades e arranjos de fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 28. p. 813-822, 1993.

AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M.; SANTOS, J. W.; VIEIRA, D. J.; NOBREGA, L. B. de; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas no rendimento do consórcio de mamoneira com culturas alimentares. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande. v. 2. n. 3. p. 193-202, 1998.

BARAZANI, O.; COHEN, Y.; FAIT, A.; DIMINSHTEIN, S.; DUDAI, N.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E.; FRIEDMAN, J. Chemotypic differentiation in indigenous

populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel. **Biochemical Systems Ecological**. Inglaterra. v. 30. n. 8. p. 721-731, 2002.

BARBOSA, N. M. L.; CUNHA, G. A. P. da; REINHARDT, D. H.; BARROS, P. G.; SANTOS, A. R. L. Indução de alterações morfológicas e anatômicas em folhas de abacaxizeiro 'Pérola' pelo ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 25. n. 3. p. 386-389, 2003.

BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M. da; CÂMARA, M. J. T. Desempenho agrônômico do bicultivo da alface em sistemas consorciados com cenoura em faixa sob diferentes densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**. Pelotas. v. 23. n. 3. p. 712-717, 2005.

BERNATH, J.; NEMETH, E.; KATTAA, A.; HETHELYI, E. Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin. **Journal of essential oil research**. Elsevier. v. 8. n. 3. p. 247-253, 1996.

BITTENCOURT, M. L. de C.; DIAS, D. C. F. dos S.; DIAS, L. A. dos S.; ARAÚJO, E. F. Germination and vigour of primed asparagus seeds. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 62. n. 4. p.319-324, 2005.

BOSABALIDIS, A. M.; KOFIDIS, G. Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive Cultivars. **Plant Science**. v.163. p. 375-379, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.

BRZEZICKA-SZYMCZYK, K.; GOLINOWSKI, W. Cytological changes in cells of *Solanum rostratum* leaves infected by potato virus S. **Warszawa**. Poland. n. 298. p. 39-43, 1984.

CALLADO, A. L. C.; ALBUQUERQUE, J. L.; SILVA, A. M. N. da. Análise da relação custo/volume/lucro na agricultura familiar: o caso do consórcio mamona/feijão. **Custos e Agronegócio**. Recife. v. 3. n. 1. p. 38-60, 2007.

CARRASCO, P. G. Produção de mudas de espécies florestais de restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando a recuperação de áreas degradadas em Ilha Comprida – SP. Tese (Doutorado) Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, UNESP, Rio Claro, 2003.

CARRUBBA, A.; TORRE, R.; SAIANO, F.; AIELLO, P. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. **Agronomy for sustainable development**. França. v. 28. n. 2. p. 247-256, 2008.

CARTIN, L. F.; CHAVEZ, O. *Erwinia carotovora*, causal agent of blackleg and soft rot of potato tubercle-seed in Costa Rica and other countries of the Central American isthmus. **Fitopatologia**. Peru. v. 18. n. 1. p. 13-21, 1983.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. 4ª edição. Funep: Jaboticabal, 2000.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. São Paulo: Expressão popular, 2006.

CHOI, E. M.; HWANG, J. K. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**. Amsterdam. v. 75. n. 6. p. 557-565. 2004.

COELHO, J. A. P.; PEREIRA, A. P.; MENDES, R. L.; PALAVRA, A. M. F. Supercritical carbon dioxide extraction of *Foeniculum vulgare* volatile oil. **Flavour and Fragrance Journal**. Wiley. v. 18. n. 4. p. 316-319, 2003.

CONDÉ, A. R.; GARCIA, J. Armazenamento e embalagem de sementes. **Informativo Agropecuário**. Belo Horizonte. v. 10. n. 111. p. 44-49, 1984.

COSTA, L. C. do B.; CASTRO, E. M. de; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L. F.; MOREIRA, C. M. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 6-8, 2007.

CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**. São Paulo. v.13. p. 45-54, 1988.

DEICHMANN, V. **Noções sobre sementes e viveiros florestais**. Curitiba: Escola de Florestas, 1967.

DEUBER, R.; FORSTER, R.; SIGNORI, L. H.; MEDINA, D. M. Efeitos de herbicidas na anatomia de capim-carrapicho e amendoim-bravo. **Bragantia**. Campinas. v. 36. n. 20. p. 207-213, 1977.

DEUNER, S.; NOGUEIRA, R. C.; ZANANDREA, I.; CASTRO, E. M. de; ALVES, J. D.; MELO, E. F. Respostas anatômicas de plantas de erva-de-bicho (*Polygonum punctatum* Elliot) submetidas ao alagamento. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 120-122, 2007.

DORNELAS, C.S.M. Diagnóstico da qualidade sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) na Paraíba. 92f. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

FIGUEIREDO, R. O.; MING, L C; STEFANINI, M. B. Content of essential oil of fennel seeds in two different stages of development. **Acta Horticulturae**. Bélgica. v. 1. p. 219-222, 2002.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES Jr., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall International, 1997.

KUMAR, A.; SINGH, R.; CHHILLAR, R. K. Nitrogen requirement of fennel (*Foeniculum vulgare*): based cropping systems. **Indian Journal of Agricultural Science**. New Delhi. v. 76. n. 10. p. 599-602, 2006.

KWON, Y. S.; CHOI, W. G.; KIM, W. J.; KIM, W. K.; KIM, M. J.; KANG, W. H.; KIM, C. M. Antimicrobial constituents of *Foeniculum vulgare*. **Arch-Pharm-Res**. Korea. v. 25. n. 2. p. 154-157, 2002.

LEITE, G. L. D.; PIKANÇO, M.; MADEIRA, N. R.; ZANUNCIO, J. C. Efeito de inseticidas sistêmicos aplicados no solo na produção do feijoeiro. **Bragantia**. Campinas. v. 55. n. 2. p. 279-287, 1996.

LESSA, A. O.; CASTRO, L. A. S.; DANIELS, J. Occurrence of apple chlorotic leaf spot virus in apple orchards of the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília. v. 23. n. 4. p. 505, 1998.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987.

MAROTTI, M.; DELLACECCA, V.; PICCAGLIA, R.; GIOVANELLI, E. Agronomic and chemical evaluation of three varieties of *Foeniculum vulgare* Mill. **Acta Horticulturae**. Maastricht. v. 331. p. 63-69, 1993.

MELO, M. da G. G. de; MENDONÇA, M. S. de; MENDES, A. M. da S. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea intermedia* Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazônica**. Manaus. v. 34. n. 1. p. 9-14, 2004.

MIGUEL, M.H.; CARVALHO, M.V.; BECKERT, O.P.; MARCOS FILHO, J. Teste de frio para avaliação do potencial fisiológico de sementes de algodão. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 58. n. 4. p.741-746, 2001.

MIRALDI, E. Comparison of the essential oils from ten *Foeniculum vulgare* Miller samples of fruits of different origin. **Flavour and Fragrance Journal**. Itália. v. 14. n. 6. p. 379-382, 1999.

MOURÃO, K. S. M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, S. M. Morfo-anatomia da plântula e do tirodentro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw, (Meliaceae). **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 24. p. 601-610, 2002.

MUCKENSTURM, B.; FOECHTERLEN, D.; REDURON, J. P.; DANTON, P.; HILDENBRAND, M. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare*. **Biochemical Systematics and Ecology**. Elsevier. v. 25. n. 4. p. 353-358, 1997.

NASCIMENTO, E. A. DO; OLIVEIRA, L. E. M. DE; CASTRO, E. M. DE; DELÚ FILHO, N.; MESQUITA, A. C.; VIEIRA, C. V. Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) consorciado com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 36. n. 3. p. 852-857, 2006.

NASCIMENTO, W. M.; ARAGÃO, F. A. S. de. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 61. n. 1. p.114-117, 2004.

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A. de; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M. de; SOUZA, G. S. de; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 129-131, 2007.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, I. R.; CURADO, F. F.; SOUZA, I. M.; SANTOS, J. R.; TAVARES, F. de A.; GOUVEIA, R. F. Introdução de tecnologias agroecológicas no sistema de produção de erva-doce em Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre. v. 2. n. 2. p. 743-746, 2007.

OKTAY, M.; GÜLCIN, I.; KÜFREVIÖGLU, Ö. I. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts. **Lebensmittel**. Elsevier. v. 36. n. 2. p. 263-271, 2003.

OLASANTAN, F.O.; EZUMAH, H.C.; LUCAS, E.O. Effects of intercropping with maize on the micro-environment, growth and yield of cassava. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. Amsterdam. v. 57. n. 2-3. p. 149-158, 1996.

OLIVEIRA, E. Q.; BEZERRA NETO, F. B.; NEGREIROS, M. Z.; BARROS JÚNIOR, A. P.; FREITAS, K. K. C.; SILVEIRA, L. M.; LIMA, J. S. S. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 23. n. 2. p.285-289, 2005.

OLIVEIRA, I. R. de; CARVALHO, H. W. L. de; MOREIRA, M. A. B.; COSTA, J. N. da. **Bicudo e lagarta-rosada em algodoeiros no sertão sergipano**. 1ª edição. Aracaju: Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento, 2007.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 32. n. 2. p. 387-392, 2002.

PAREJO, I.; JAUREGUI, O.; NCHEZ-RABANEDA, F. S.; VILADOMAT, F.; BASTIDA, J.; CODINA, C. Separation and characterization of phenolic compounds in fennel (*Foeniculum vulgare*) using liquid chromatography negative electrospray ionization tandem mass spectrometry. **Journal Agriculturae Food Chemical**. v. 52. n. 12. p. 3679-3687, 2004.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; KASAI, F. S. Comportamento do cafeeiro Apatã em consórcio com culturas anuais. **Bragantia**. Campinas. v. 63. n. 2. p. 275-281, 2004.

PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: praticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.

PEREIRA, R. S.; NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Carrot seed germination and vigor in response to temperature and umbel orders. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 65. n. 2. p.145-150, 2008.

PIMENOV, M. G.; LEONOV, M. V. The Asian Umbelliferae Biodiversity Database (ASIUM) with Particular Reference to South-West Asian Taxa. **Botanical Garden**. Moscow. v. 28. p. 139-145, 2004.

PLAZAS, I. H. de A. Z.; MEDINA, P. F.; NOVO, J. P. S. Viabilidade de sementes de trigo tratadas com fenitrothion e infestadas por *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) durante o armazenamento. **Bragantia**. Campinas. v. 62. n. 2. p. 315-327, 2003.

POPINIGIS, F. Necessidades de pesquisas relacionadas à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 9. n. 1. p. 95-103, 1988.

POZZA, A. A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; CAIXETA, S. L.; CARDOSO, A. A.; ZAMBOLIM, L.; POZZA, E. A. Influência da nutrição mineral na intensidade da mancha-de-olho-pardo em mudas de cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 36. n. 1. p. 53-60, 2001.

RAMIRO, D. A.; GUERREIRO-FILHO, O.; QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; MATTHIESEN, S. C. Caracterização anatômica de folhas de cafeeiros resistentes e suscetíveis ao bicho-mineiro. **Bragantia**. Campinas. v. 63. n. 3. p. 363-372, 2004.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. **Sellowia**. Itajaí. v. 34/35. p.106-108, 1984.

REZENDE, P. M. DE; SILVA, A. G. DA; CORTE, E.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja. v. comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 31. n. 3. p. 369-374, 2001.

RODRIGUES, A. P. D. C.; PIANA, C. F. de B.; PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; VILLELA, F. A. Produção de sementes de cebola em sistemas convencional e de transição agroecológica. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 29. n. 3. p. 97-110, 2007.

ROSSETTO, C. A. V.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L.) var. *oleifera* Metzg. em função da coloração do tegumento, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 22. n. 1. p. 31-37, 2000.

RUBERTO, G.; BARATTA, M. T.; DEANS, S. G.; DORMAN, H. J. Antioxidant and antimicrobial activity of *Foeniculum vulgare* and *Crithmum maritimum* essential oils. **Planta Medicinal**. Inglaterra. v. 66. n. 8. p. 687-693, 2000.

SAÚDE, Organização Pan-americana da Saúde. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Brasília, 1997.

SEGATTO, F. B.; BISOGNIN, D. A.; BENEDETTI, M.; COSTA, L. C. da; RAMPELOTTO, M. V.; NICOLOSO, F. T. Técnica para o estudo da anatomia da epiderme foliar de batata. **Ciência Rural**. Santa Maria . v. 34. n. 5. p. 1597-1601, 2004.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 120-122, 2004.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 56. n. 4. p. 1245-1254, 1999.

SIQUEIRA, S. L. de; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da Escola de Enfermagem**. São Paulo. v. 42. n. 3. p. 584-590, 2008.

SOUSA, L. A., ALBUQUERQUE, J. C. R., LEITE, M. N., STEFANINI, M. B. Sazonalidade dos ductos secretores e óleo essencial de *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* Mill. (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. João Pessoa. v. 15. n. 2. p. 155-161, 2005.

SPINOLA, M. C. M.; CÍCERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 57. n. 2. p. 263-270, 2000.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. DE; MUNIZ, M. F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 28. n. 2. p.135-141, 2006.

TAVORA, F. J. A. F.; SILVA, F. P. da; COSTA NETO, F. V.; VIEIRA, F. W. Produtividade do algodão herbáceo influenciada pelos consórcios feijão caupi, sorgo, gergelim e milho. **Ciência Agronômica**. Fortaleza. v. 21 n. 1-2. p. 65-74, 1990.

TORRES, S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de ervadoce. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 26. n. 2. p.135-141, 2004.

TSUKAMOTO FILHO, A. A.; MACEDO, R. L. G.; NELSON VENTURIN, N.; MORAIS, A. R. Aspectos fisiológicos e silviculturais do palmiteiro (*Euterpe edulis martius*) plantado em diferentes tipos de consórcios no município de lavras, Minas Gerais. **Cerne**. Lavras. v. 7. n. 1. p. 041-053, 2001.

VEIGA, R. F. de A.; CORSO, G. M.; CURI, P. R. Aspectos da organografia e anatomia foliar do amendoim: genótipos so-53 e so-909. **Bragantia**. Campinas. v. 53. p. 1-17, 1994.

VIEGAS, E. C., NASCIMENTO, F. G., MEYRELLES, B. G., ROSSETTO, C. A. V. Qualidade fisiológica de sementes armazenadas de amendoim influenciada pelos produtos sintéticos e de origem vegetal. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu. v. 7. n. 3. p.79-85, 2005.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: Funep, 1994.

WANDERLEY, M. J. A.; SANTOS, J. M. Resistência de cultivares de batata-doce a *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília. v. 29. n. 4. p. 437-440, 2004.

WANDERLEY, P. A.; MEDEIROS, E. C. de; WANDERLEY, M. J. A. MORAES FILHO, J. R. de; XAVIER, W. M. R.; DANTAS, J. P. Frutificação e peso de frutos de erva-doce orgânico com polinização aberta e fechada. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre. v. 2. n. p. 1537-1540, 2007.

ZÁRATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C. Produção e renda bruta da cebolinha solteira e consorciada com espinafre. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 22. n. 4. p. 27-31, 2004.

ZHU, M.; WONG, P. Y. K.; LI, R. C. Effect of Oral Administration of Fennel (*Foeniculum vulgare*) on Ciprofloxacin Absorption and Disposition in the Rat. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**. Belfast. v. 51. n. 12. p. 1391-1396, 1999.

CAPÍTULO 2

MORFOANATOMIA DE PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* MILL.

RESUMO

A erva-doce, *Foeniculum vulgare* Mill., pertence à família Apiacea e também é conhecida como anis e funcho. É uma erva perene ou bienal, entouceirada, aromática e apresenta propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. Ela tem origem Européia e é amplamente cultivada em todo o Brasil, onde existem algumas outras espécies que também são conhecidas como erva-doce devido a similaridades morfológicas. Tendo em vista estas considerações, o presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a morfologia, anatomia e o desenvolvimento da plântula de *F. vulgare*. As sementes de erva-doce foram semeadas em areia e mantidas em casa de vegetação por 25 dias, sendo realizadas regas para a manutenção da umidade. Foram selecionadas plântulas normais e de padrão uniformes para as análises microscópicas e macroscópicas realizadas com material *in vivo* e conservado em álcool a 70%. Partes das plântulas (raiz, zona de transição, caule, cotilédones e primeiras folhas) foram selecionadas para análises morfológicas, realizadas com auxílio de esteriomicroscópio binocular, câmera fotográfica digital e desenhos esquemáticos; e anatômicas, onde o material foi seccionado à mão livre, corado e montado em lâminas com glicerina para observação em microscópio. A plântula de erva-doce apresenta germinação epígea, com parte aérea e a radícula emergindo dos pólos da semente, e plântulas fanerocotiledonares. Em todos os órgãos a epiderme é unisseriada, cuticularizada e com estômatos; sendo que as duas últimas estruturas não são encontradas na raiz, porém esta apresenta pêlos unicelulares e cônicos. Os cotilédones e as folhas apresentam funções fotossintética e nutricional, indicado pela presença de grande quantidade de estômatos, cloroplastos e amido. A caracterização morfoanatômica da plântula de *F. vulgare* ajuda na identificação da espécie e na padronização e diferenciação de plântulas normais; fornecendo informações sobre o desenvolvimento da erva-doce que auxiliam em estudos fisiológicos, taxonômicos e ecológicos;

Palavras-chave: erva-doce, germinação, identificação de plântulas.

1. INTRODUÇÃO

A erva-doce é uma oleaginosa cultivada de grande importância econômica e medicinal no Brasil. Porém, existem algumas espécies morfológicamente similares, dificultando a sua identificação (PIMENOV e LEONOV, 2003); Simões *et al.* (2004) citam a semelhança entre *Foeniculum vulgare* e *Pimpinella anisum* L., que são conhecidas também como erva-doce.

F. vulgare, pertencente à família Apiaceae (Umbelliferae), também é chamada de funcho, falsa-erva-doce e anis-doce. É aromática e apresenta porte baixo com 40-90cm de altura; com folhas inferiores alargadas podendo atingir até 30cm de comprimento e superiores mais estreitas, com pecíolo alargado e folíolos reduzidos a filamentos. Possui a inflorescência em forma de umbela composta por 10-20 umbelas menores, com flores pequenas, hermafroditas e de cor amarela. Os frutos são oblongos, compostos por dois aquênios com cerca de 4mm de comprimento (OLIVEIRA *et al.*, 2005; LORENZI e MATOS, 2008), sendo considerados como fruto-semente.

A erva-doce é originária da bacia do mediterrâneo oriental e do Cáucaso e atualmente é cultivada sob a forma de numerosas variedades; foi trazida para o Brasil na época da colonização (SIMÕES *et al.*, 2004) e destaca-se por possuir propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. Segundo Von Hertwig (1991), os frutos, as raízes e as folhas frescas, são as partes mais utilizadas para fins terapêuticos. Essa cultura também é de grande importância para indústria cosmética, por possuir óleo essencial utilizado na produção de sabonetes, hidratantes e perfumes.

Mesmo sendo uma espécie com grande potencial medicinal e para a indústria cosmética, e por representar uma importante fonte de renda para os produtores, poucas pesquisas foram realizadas com enfoques morfoanatômico e fisiológico com a espécie *F. vulgare* (BERNATH *et al.*, 1996; SOUSA *et al.*, 2005), existindo trabalhos que enfatizam principalmente a utilização de extratos em ensaios biológicos. Além disso, também são escassas as pesquisas com morfoanatomia de plântulas com a família Apiaceae (PÜTZ e SUKKAU, 2002;

HACKBART e CORDAZZO, 2007); estudo de fundamental importância para a compreensão da fisiologia da família.

Tendo em vista estas considerações, o presente estudo teve como objetivo fornecer informações sobre a morfologia, anatomia e o desenvolvimento da plântula de *F. vulgare*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Considerações Gerais

O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias - UFPB, em Areia; com plântulas provenientes de sementes coletadas num campo experimental, localizado na fazenda Boa Sorte no município de Montadas–PB.

Cerca de 50 sementes foram semeadas, a 1cm de profundidade, em bandejas plásticas contendo o substrato areia, umedecida a 60% de sua capacidade de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992). As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 25 dias (Figura 1), sendo realizadas regas para a manutenção da umidade. Foram selecionadas plântulas normais e de padrão uniformes, com 25 dias, para as análises microscópicas e macroscópicas realizadas com material *in vivo* e conservado em álcool a 70%. Foram consideradas normais aquelas plântulas que apresentaram características condizentes com as prescritas pelas RAS (BRASIL, 1992).



Figura 1. Semeadura nas bandejas para desenvolvimento das plântulas. a. identificação e organização das bandejas. b. instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação.

2.2. Estudo Morfológico

Partes das plântulas (raiz, zona de transição, caule, cotilédones e primeiras folhas) foram selecionadas para análises posteriores em laboratório através de observação direta. As descrições morfológicas foram realizadas com auxílio de estereomicroscópio binocular e câmera fotográfica digital para análise e representação de alguns órgãos, que também foram esquematizados através de desenhos.

Foram realizadas medições dos órgãos com paquímetro digital e régua graduada em centímetros. Estas análises foram feitas com quatro plântulas, onde cada uma representou uma repetição (calculada pela média de cinco medições); e o resultado final foi dado pela média das repetições.

2.3. Estudo Anatômico

O material selecionado foi seccionado à mão livre com lâmina de barbear, utilizando-se pecíolo de embaúba como suporte e hipoclorito de sódio a 1%. Utilizou-se como corante safranina a 10%, azul de metileno a 10% e o reagente para amido lugol, na análise de algumas secções. O material foi montado em lâminas semi-permanentes, com glicerina, e observado em fotomicroscópio.

O esquema com a representação do local das secções e das medições realizados em cada órgão está representado na Figura 2.

A contagem dos estômatos foi realizada utilizando-se secções paradérmicas de todos os órgãos, exceto da raiz, e tendo como base 1mm^2 . Para a contagem dos grãos de amido nos cotilédones e nas folhas, foram utilizadas secções transversais e usou-se como base $10\mu\text{m}^2$. A contagem dos cloroplastos foi feita calculando-se a média dos cloroplastos presentes nas células-guardas de cinco estômatos escolhidos aleatoriamente, na folha e no cotilédone. Assim como na análise morfológica, estas análises também foram feitas utilizando-se quatro plântulas, onde cada uma representou uma repetição

(calculada pela média de cinco contagens); e o resultado final foi dado pela média das repetições.



Figura 2. Localização das secções e das medições em cada órgão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Morfologia

F. vulgare. é uma Angiosperma, Eudicotiledônea, com germinação epígea e plântulas fanerocotiledonares. Esse tipo de germinação é caracterizado pelo crescimento dos cotilédones acima do nível do solo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000; RAVEN *et al.*, 2001), com desenvolvimento do ápice caulinar e dos cotilédones após o alargamento do hipocótilo (ESAU, 1977; FAHN, 1990). A germinação iniciou-se seis dias após a semente, começando pela protrusão da raiz primária, rompendo o tegumento, e posterior desenvolvimento da parte aérea. As plântulas avaliadas apresentaram padrão de germinação uniforme, com parte aérea e a radícula emergindo dos pólos da semente. Tais eventos, desde a emissão da radícula até o desenvolvimento da primeira folha, podem ser visualizados na Figura 3.

Inicialmente, a raiz apresenta-se cilíndrica, glabra e esbranquiçada; porém o sistema radicular mostra-se axial e ramificado cerca de quinze dias após a semente, adquirindo cor amarelo-clara e pêlos absorventes curtos à medida que ocorre o alongamento. O diâmetro observado da raiz, 25 dias após a semente, foi de aproximadamente $52,0\mu\text{m}$ e o comprimento foi de cerca de 9,5cm. A região de transição entre a raiz e o caule é clorofilado e cilíndrico, com cor amarronzada e completamente desprovido de tricomas. O caule é de cor verde, cilíndrico, de 6-7cm de comprimento e de $57-65\mu\text{m}$ de diâmetro.

Os cotilédones são verdes desde o início do desenvolvimento, glabros, sésseis, clorofilados, foliáceos, de formato filiforme e bordas inteiras, apresentando nervuras peninervas pouco evidentes. O comprimento é de 3,8-4,1cm, a largura é de 1,6-2,1mm e a espessura é de $23-28\mu\text{m}$. A primeira folha é composta por três folíolos verdes, de consistência membranaceae, clorofilados, de formato ternifoliado e sistema de venação actinódromo. O seu comprimento varia de 1,8-2,2cm e sua espessura, de 18 a $22\mu\text{m}$.

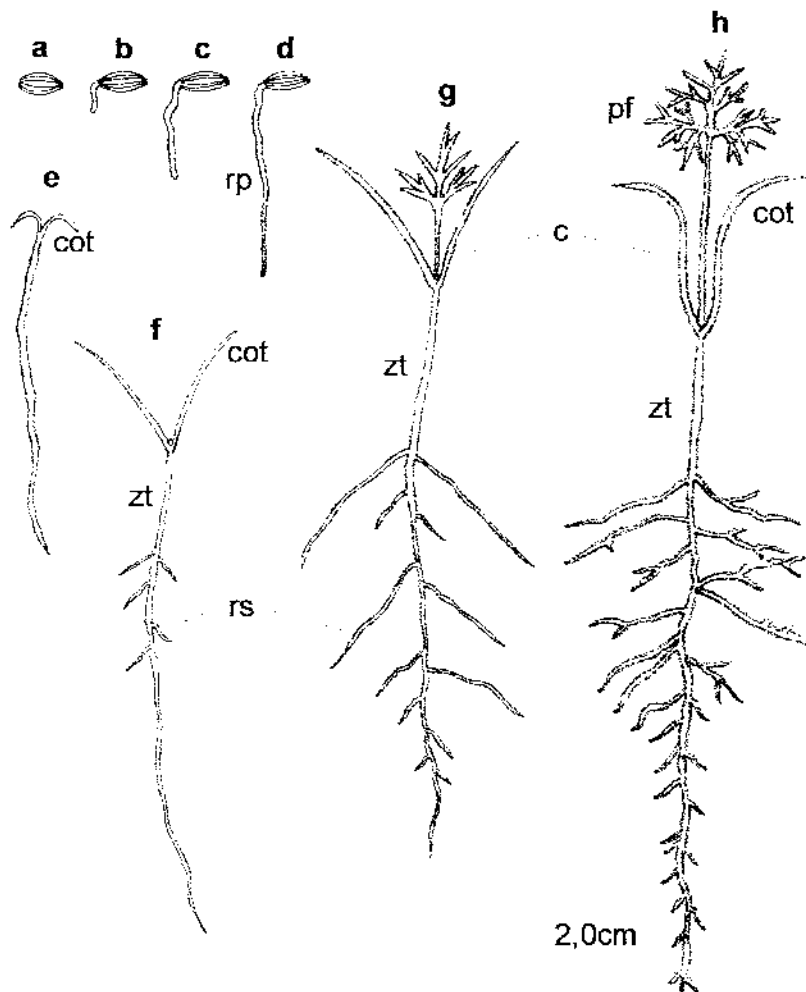


Figura 3. Desenvolvimento da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** semente. **b.** semente embebida e início da ruptura do tegumento. **c.** cinco dias após a sementeira e início do desenvolvimento da radícula. **d.** sete dias após a sementeira. **e.** plântula com 10 dias. **f.** plântula com 15 dias. **g.** plântula com 20 dias. **h.** plântula 25 dias. (rp = raiz primária; cot = cotilédone; zt = zona de transição; rs = raiz secundária; c = caule; pf = primeira folha).

A plântula estudada é do tipo Macaranga (VOGEL, 1980) por mostrar-se fanerocotiledonar, com cotilédones finos, persistentes, verdes e de função assimiladora após a germinação. Como ocorre em muitas dicotiledôneas de germinação epígea, os cotilédones da plântula estudada são delicados e semelhantes a estruturas foliares (FAHN, 1990). Segundo Cabral *et al.* (2004), essas estruturas são importantes fontes de energia e responsáveis pelo crescimento inicial da plântula e sua remoção pode causar redução da biomassa na planta jovem; o que pode reduzir o vigor fisiológico de plântulas adultas e influenciar o crescimento e a reprodução desses indivíduos.

3.2. Anatomia

A raiz apresenta epiderme unisseriada e irregular, onde são encontrados pêlos unicelulares, cônicos e de parede delgada, restritos à base radicular não ocorrendo em regiões próximas ao ápice (Figura 4a). Nas plântulas em geral, esses pêlos comumente se restringem a uma região da raiz, localizada a poucos centímetros de seu ápice (ESAU, 1977) e aumentam significativamente a área de superfície radicular, potencializando a função de absorção (TAIZ e ZEIGER, 2004).

O córtex é formado por 4-5 camadas de células de tamanhos irregulares, onde ocorre principalmente parênquima, com endoderme apresentando estrias de Caspary (Figura 4b). O desenvolvimento dessas estrias é seguido pela deposição de uma lamela de suberina, que tem a função de defesa contra microorganismos (CUTTER, 1986; ESAU, 1998), impedindo a difusão de água através das paredes celulares; dessa forma, a água tem que atravessar o protoplasma das células, o que reduz a perda de água para o solo (FAHN, 1990).

No cilindro central ocorrem periciclo e tecidos vasculares primários e secundários, apresentando dois pólos protoxilemáticos estreitos e metaxilema entre esses pólos, caracterizando-a de diarca (Figura 4b); porém a raiz apresenta desenvolvimento consideravelmente maior, ao se aproximar da zona de transição (Figura 4c); caráter também observado em outras espécies, como *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme. (TEIXEIRA e GABRIELLI, 2000), *Solanum sisymbriifolium* Lam. (HADID *et al.*, 2007) e *Gevuina avellana* Mol. (RAMIREZ *et al.*, 2004). Entre o protoxilema e o periciclo encontra-se o floema primário, onde são encontrados gotículas de óleo (Figura 4d), que assim como outras substâncias, afirmam Ramirez *et al.* (2004), funciona como substância de reserva e ajudam a nutrir a planta, principalmente em solos pobres em nutrientes.

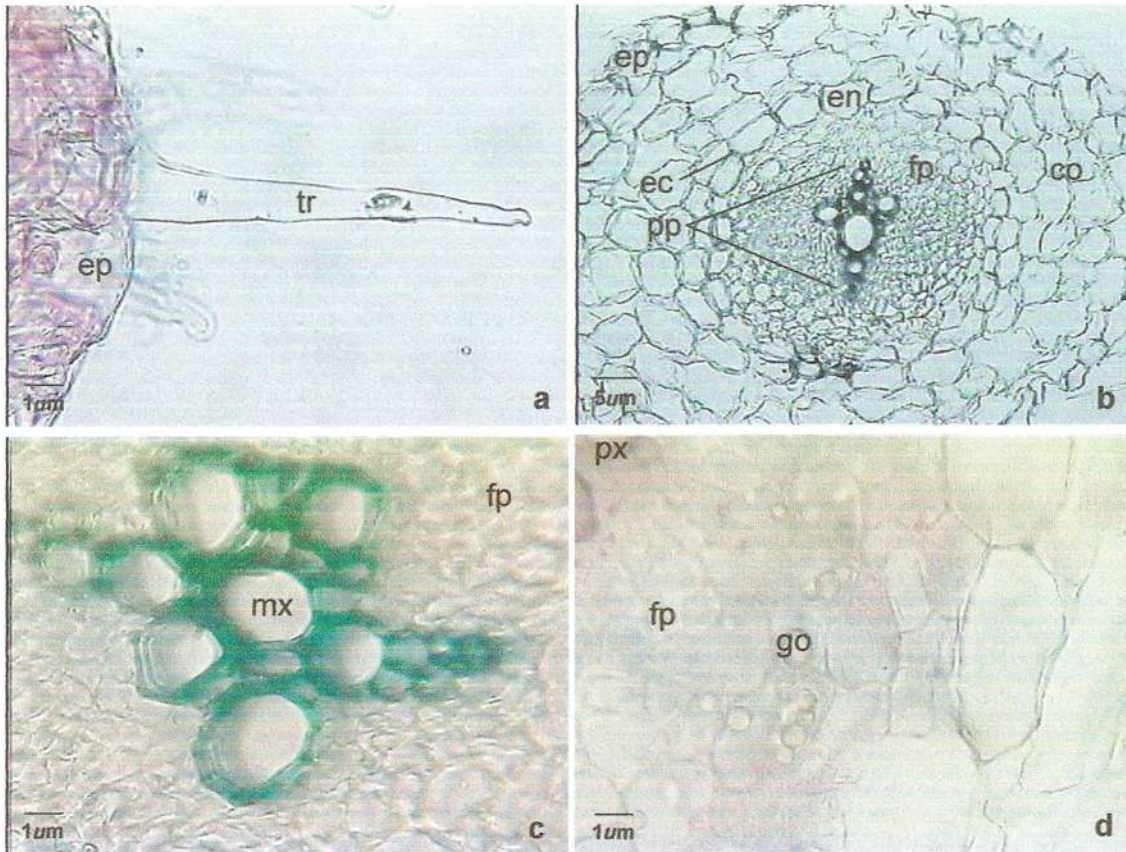


Figura 4. Raiz da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. a. secção transversal evidenciando tricoma. b. secção transversal mostrando as estruturas da raiz, com dois pólos protoxilemáticos. c. desenvolvimento do protoxilema. d. região do floema contendo gotículas de óleo. (tr = tricoma; ep = epiderme; mx = metaxilema; ec = estrias de Caspary; pp = pólos protoxilemáticos; co = córtex; fp = floema primário; en = endoderme; go = gotículas de óleo).

A zona de transição é revestida por epiderme unisseriada de aproximadamente $2,75\mu\text{m}$ de espessura, formada por células justapostas e alongadas, e uma camada externa de cutícula de suberina, medindo cerca de $0,6\mu\text{m}$ (Figura). São encontrados 21-28 estômatos paralelocíticos por mm^2 , com diâmetro polar de $4,8\mu\text{m}$ e equatorial de $2,0\mu\text{m}$ (Figura 5a e b). O córtex é composto de cerca de sete camadas de células parenquimáticas, circundando o feixe vascular (Figura 5c e d).

O desenvolvimento dos tecidos vasculares desde a raiz até o início da formação dos cotilédones ocorre como descrito na Figura 6. Ocorrem divisão e alongamento lateral do metaxilema, formando quatro pólos. Em seguida, o desenvolvimento até a formação do caule e dos cotilédones ocorre com afastamento periférico do protoxilema e amadurecimento do metaxilema

voltado para o centro. Observa-se a formação de uma medula central, o que caracteriza o início da formação do caule. Posteriormente, ocorre alargamento de raios xilêmáticos e floenquimáticos, que migram de forma centrípeta para as margens, iniciando o desenvolvimento de lâminas cotiledonares (Figura 6). Para Esau (1977), isto ocorre porque no cotilédone a ordem de maturação do xilema é invertida; pois na raiz o desenvolvimento do xilema é exarco e na parte aérea, endarco.

Durante o início da formação dos cotilédones, permanecem na parte central apenas os tecidos parenquimáticos e feixes vasculares, que iniciam a formação do caule, com afastamento lateral de três pontos de tecido vascular, que irão formar os feixes no caule (Figura 6).

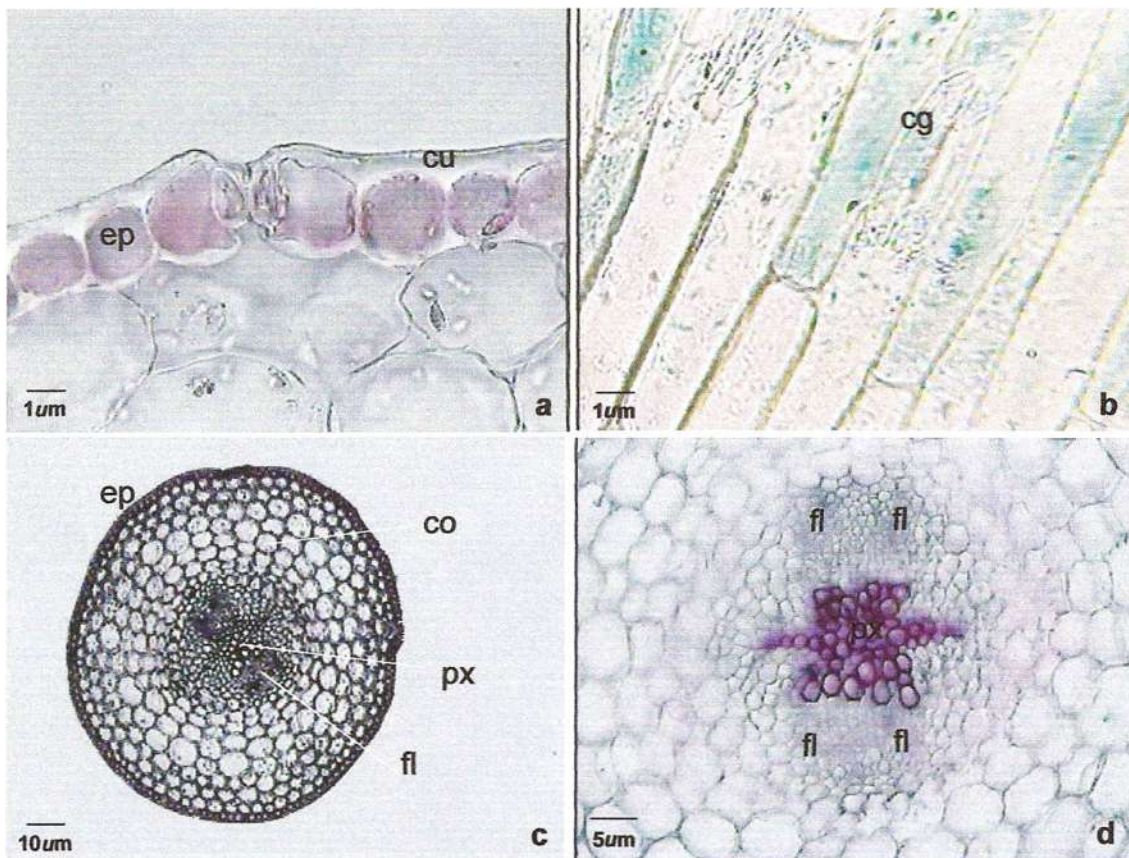


Figura 5. Zona de transição da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** secção transversal da região da epiderme. **b.** secção paradérmica da epiderme evidenciando estômato paralelocítico. **c.** secção transversal mostrando a estrutura geral. **d.** região do cilindro central. (ep = epiderme; cu = cutícula; cg = célula-guarda; co = córtex; px = protoxilema; fl = floema).

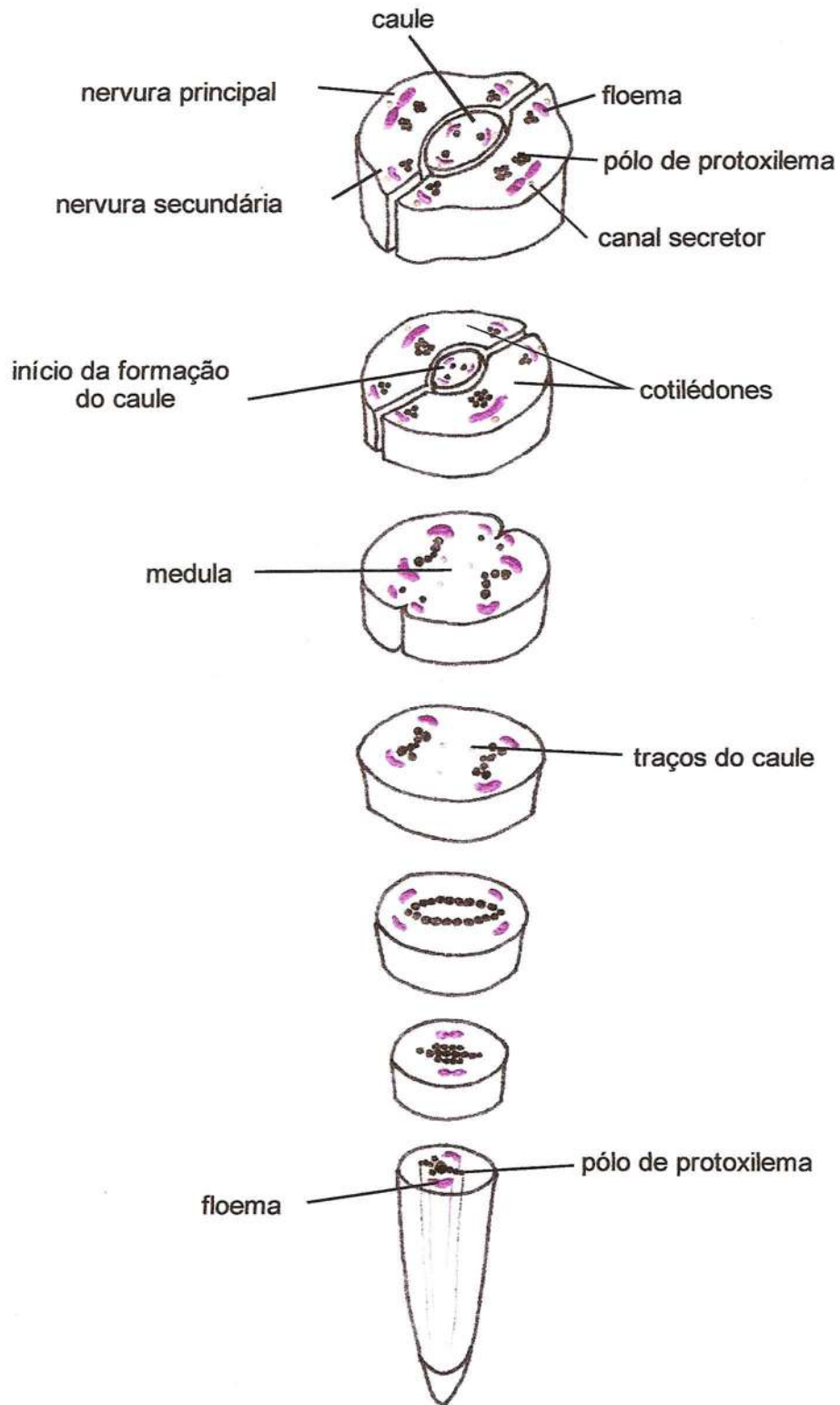


Figura 6. Desenvolvimento dos tecidos vasculares desde o meristema radicular até o início da formação dos cotilédones e do caule das plântulas de *Foeniculum vulgare* Mill.

As mudanças, tanto nos tecidos vasculares como no parenquimático, que ocorrem nos sucessivos níveis da região de transição entre a raiz e o caule, são graduais; Esau (1977) afirma que os tecidos que formam a raiz e sua diferenciação definem o tipo desenvolvimento da plântula e seu crescimento até a planta adulta.

Alguns autores denominam a zona de transição entre a raiz e o caule de hipocótilo (MELO *et al.*, 2004; SOUZA e OLIVEIRA, 2004; BATILLANI *et al.*, 2007; SOUZA *et al.*, 2007; ORTOLANI *et al.*, 2008), porém esta estrutura pode ser muito complexa e existe muita variação nas regiões de transição dos diferentes tipos de plantas (ESAU, 1998; RAVEN *et al.*, 2001) e muitas vezes, a modificação do sistema vascular só é visualizada através de cortes anatômicos, sendo muito difícil a determinação visual do hipocótilo, externamente.

Dessa forma, o conceito de região de transição é aceito por vários anatomistas (MAUSETH, 1988; ESAU, 1998; FAHN, 1990). Esau (1977) considera a zona de transição na plântula como estrutura separada, agregada à raiz e aos cotilédones, apesar do sistema vascular da raiz e cotilédones ser uma unidade desde as primeiras etapas da embriogenia; assim como ocorre com a espécie em estudo.

O caule apresenta epiderme uniestratificada e cuticularizada, com células de formato semelhante às encontradas na zona de transição; porém no caule, a cutícula e a epiderme são mais delgadas, com $0,30\mu\text{m}$ e $2,17\mu\text{m}$ de espessura, respectivamente (Figura 7a). São encontrados de 26-35 estômatos paracíticos e diacíticos, com diâmetro polar de $2,55\mu\text{m}$ e equatorial de $1,52\mu\text{m}$ (Figuras c e d).

O córtex é estreito e formado por cerca de três camadas de parênquima clorofiliano (Figuras 7a e 7b), exceto na região externa aos feixes vasculares, onde encontram-se 3-4 camadas de colênquima, intimamente ligadas às células da epiderme (Figura 7b). Abaixo desses tecidos encontram-se várias camadas de células parenquimáticas.

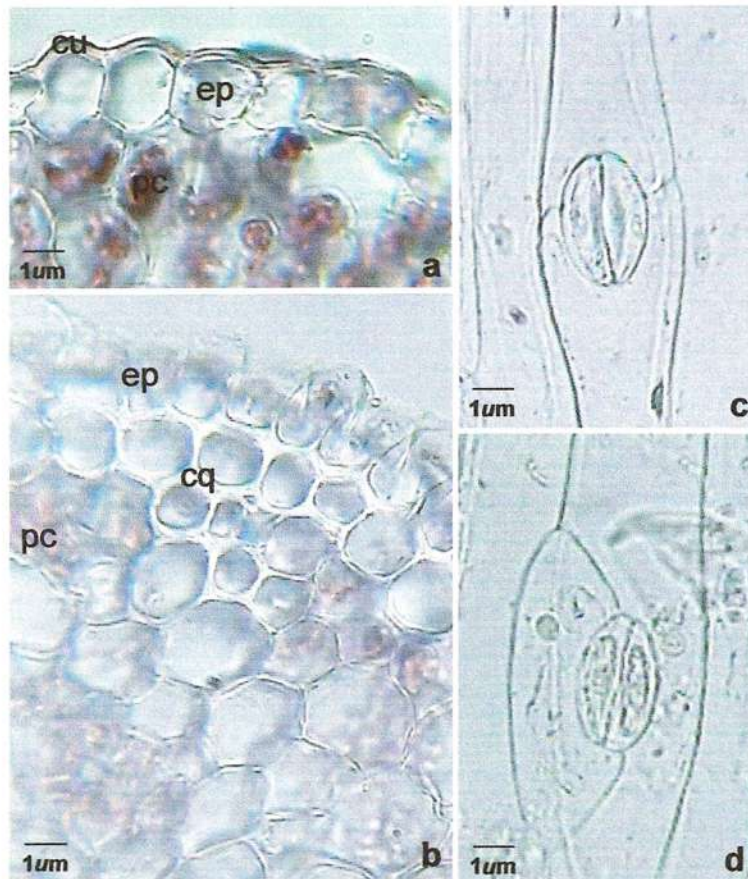


Figura 7. Caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. a. secção transversal mostrando a epiderme e o parênquima clorofiliano. b. região do colênquima. c. estômato diacítico. d. estômato paracítico. (cu = cutícula; ep = epiderme; pc = parênquima clorofiliano; cq = colênquima).

O caule apresenta estrutura correspondente ao pecíolo foliar, com três feixes vasculares pouco desenvolvidos, onde o floema é externo ao xilema helicoidal (Figura 8b) e contêm, na proximidade e em cada feixe, um canal secretor arredondado formado por 5-6 células circulares (Figura 8a). No centro existem várias camadas de células parenquimáticas grandes, de tamanhos irregulares e paredes delgadas, formando a medula (Figura 8c). Canais secretores são encontrados nos frutos da mesma espécie (OLIVEIRA, *et al.*, 2005) e em plântulas de várias outras espécies medicinais, como *Sterculia striata* A. St-Hil. & Naudin (GONZALEZ e CRISTÓBAL, 2006), *Eupatorium rugosum* Houtt., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist (ARIAS, 2005), *Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem (CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999a) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (CARMELLO-GUERREIRO e PAOLI, 1999b). Onde normalmente são secretados produtos de composição química

variada, a exemplos de água, soluções salinas, óleos, mucilagens, gomas, proteínas, resinas, entre outros; sendo que a natureza do material depende da espécie e do local da planta (APEZZATO-DA-GLORIA e CARMELLO-GUERREIRO, 2003).

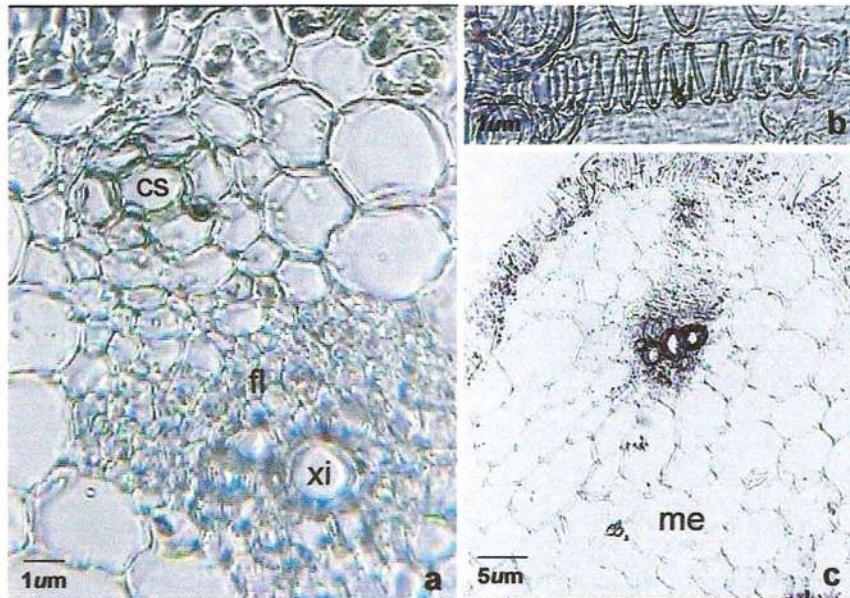


Figura 8. Caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. a. secção transversal do feixe vascular, evidenciando o canal secretor, floema e xilema. b. xilema helicoidal. c. feixe vascular e medula (cs = canal secretor; fl = floema; xi = xilema; me = medula).

O limbo cotiledonar, em secções transversais e paradérmicas, apresenta epiderme unisseriada nas faces adaxial e abaxial, com cerca de 3,40 e 2,45 μm de espessura, respectivamente (Figura 9). Na face adaxial as células são de formatos diferentes, bem como na face abaxial; porém, nesta última, as suas paredes celulares apresentam-se bem mais sinuosas (Figura 9c e d). Nas duas faces do mesofilo, encontra-se um revestimento externo de uma cutícula de suberina, de 0,50 μm de espessura na adaxial, e de 0,42 μm na face abaxial (Figura 9a e c). A cutícula é extremamente resistente aos microrganismos, proporcionando proteção mecânica e contra infecção por agentes patogênicos (CUTTER, 1986).

São encontrados estômatos anomocíticos em ambas as faces do mesofilo do cotilédone, sendo envolvidos por um número variável de células de formato e tamanho diferentes das demais células epidérmicas (Figura 9b e d); características também observadas em outras espécies com o mesmo tipo

estomático (APEZZATO-DA-GLÓRIA e CARMELO-GUERREIRO, 2003). Tais estômatos são comuns em outras espécies da família Apiaceae (METCALF e CHALK, 1950); como *Hydrocotyle umbellata* L. (MARTINS *et al.*, 2008).

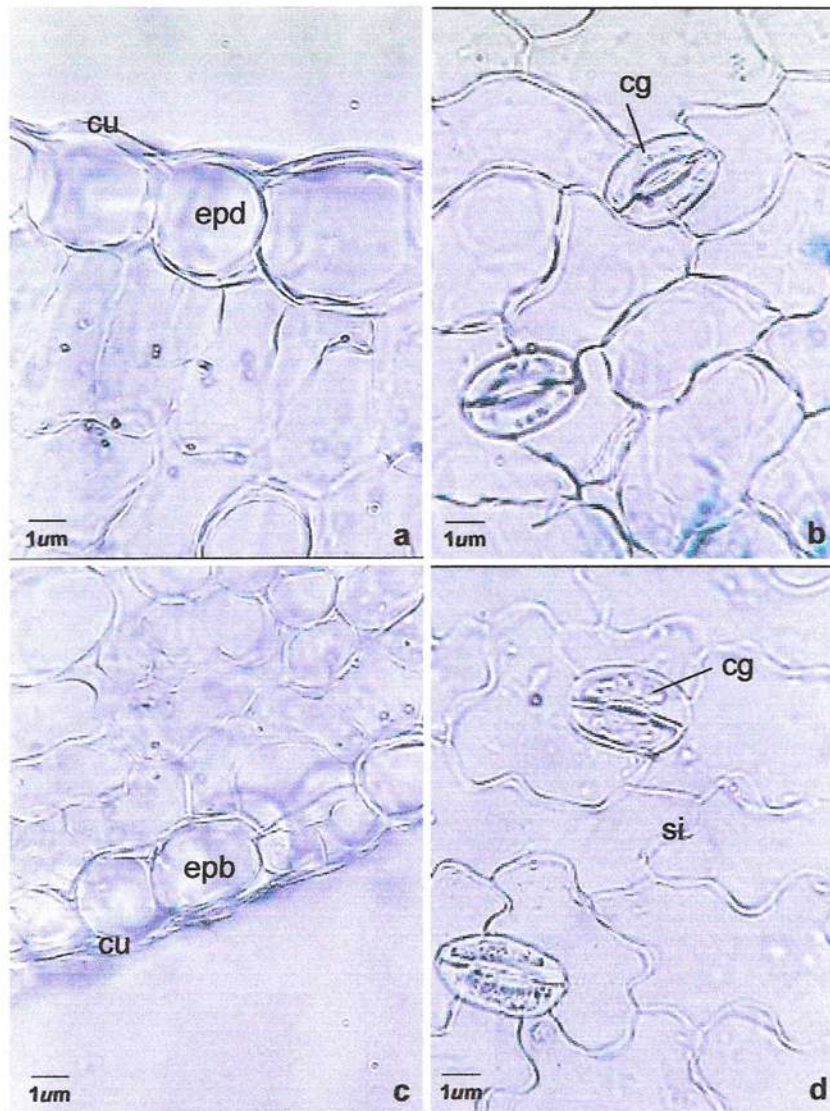


Figura 9. Cotilédone da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. a. seção transversal da epiderme adaxial. b. seção paradérmica da epiderme adaxial. c. seção transversal da epiderme abaxial. d. seção paradérmica da epiderme abaxial. (cu = cutícula; epd = epiderme adaxial; epb = epiderme abaxial; cg = célula-guarda; si = sinuosidades).

Na epiderme da face adaxial foram encontrados aproximadamente 50 estômatos por mm^2 com 10 cloroplastos cada um, $3,47\mu\text{m}$ de diâmetro polar e $2,30\mu\text{m}$ de diâmetro equatorial (Figura 9b); já na face abaxial existem cerca de 122 estômatos por mm^2 com 14 cloroplastos cada um, apresentando $4,10\mu\text{m}$

de diâmetro polar e $2,40\mu\text{m}$ de diâmetro equatorial (Figura 9d). Dessa forma, observa-se que os estômatos das duas faces do mesófilo do cotilédone não apresentam diferença significativa no que se refere ao tamanho, porém, é encontrado um número bem menor de estômatos na epiderme adaxial, contendo maior quantidade de cloroplastos; confirmando a eficiência fotossintética desse tecido e do parênquima paliçádico, que está logo abaixo da epiderme adaxial. Essa alta eficiência também ocorre em outras espécies de cotilédones foliáceos, cuja função principal é a fotossíntese (MOREIRA-CONEGLIAN e OLIVEIRA, 2006).

Em cotilédones fotossintetizantes encontra-se menor quantidade de estômatos na face abaxial (KITAJIMA, 1992), já em folhas anfiestomáticas, a frequência de estômatos é menor na face adaxial (MOTT *et al.*, 1982). Dessa forma, observa-se que nas plântulas de erva-doce, o número relativo de estômatos nas faces cotiledonares se assemelha mais aos encontrados em folhas e menos aos encontrados em cotilédones; outra característica que confirma a eficiência fotossintética desses cotilédones.

O mesofilo cotiledonar é clorofilado, apresentando parênquima paliçádico apenas na face adaxial, formado por um único estrato de células isodiamétricas e retangulares, em vista transversal (Figura 10a e b). O parênquima esponjoso é denso, está voltado para a epiderme abaxial e contém de 5-6 camadas de células justapostas de formatos variados, desde quadrangular até circulares (Figura 10a e b).

Nos cotilédones em estudo, além da função fotossintética, também observou-se a função de reserva, pois são encontrados de 38-45 grãos de amido por $10\mu\text{m}$, distribuídos por todo o mesofilo (Figura 10c). Embora a principal função de cotilédones foliáceos seja a fotossíntese, existem outras espécies, assim como a erva-doce, que também apresentam grãos de amido nesse órgão (MOURÃO *et al.*, 2002; MARTINE *et al.*, 2008).

A vascularização cotiledonar é feita por feixes vasculares colaterais imersos no mesofilo, encontrando-se dois feixes vasculares nas periferias do cotilédone, formando as nervuras secundárias (Figura 10b) e um feixe vascular na região central mais desenvolvido, formando a nervura central (Figura 10a).

A nervura central do cotilédone é biconvexa, sendo mais pontiaguda na face adaxial. Encontra-se dois a três pontos principais de xilema helicoidal (Figura 10c) voltado para a região adaxial; e posteriormente, existem várias camadas de floema lateralmente ao xilema. Abaixo do xilema, entre os dois pontos de tecido floemático, encontra-se um canal secretor delimitado por células circulares (Figura 10a). O feixe vascular é envolvido pela endoderme e, externamente, pelos mesmos tipos de células que formam o mesofilo. As nervuras secundárias apresentam padrão semelhante à central, com xilema seguido por floema, onde encontra-se um ducto secretor; porém, o xilema e o floema estão restritos a apenas uma região (Figura 10b). Canais secretores também são encontrados em cotilédones de outras espécies oleaginosas (CUTTER, 1986).

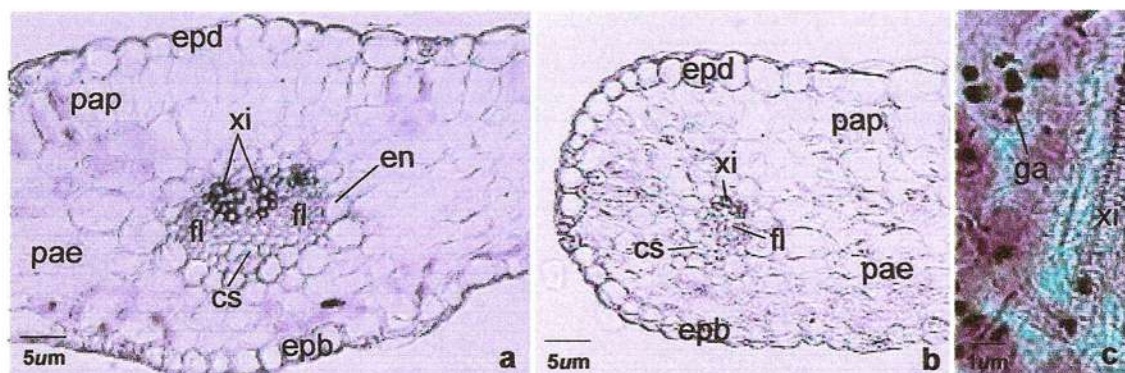


Figura 10. Cotilédone da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. a. seção transversal da nervura central. b. seção transversal da nervura secundária. c. seção transversal mostrando grãos de amido e xilema helicoidal. (epd = epiderme adaxial; epb = epiderme abaxial; pap = parênquima paliçádico; pae = parênquima esponjoso; fl = floema; xi = xilema; cs = canal secretor; en = endoderme; ga = grão de amido).

As primeiras folhas das plântulas são anfiestomáticas, possuem epiderme uniestratificada e cuticularizada em ambas as faces, formada por células de paredes delgadas, sinuosas e convexas (Figura 11); sendo que esta última, segundo Taiz e Zeiger (2004), é uma característica que potencializa a captação de luz. Além da função que aumenta a capacidade fotossintética, Moreira-Coneglian e Oliveira (2006) afirmam que as células epidérmicas, desenvolvendo sinuosidades, apresentam aumento da superfície de contato entre células, ampliando a resistência do sistema dérmico e sua eficiência na transferência de substâncias célula a célula.

A epiderme adaxial tem cerca de $2,9\mu\text{m}$ de espessura e cutícula de $0,25\mu\text{m}$, onde são encontrados 68 estômatos anomocíticos por mm^2 contendo aproximadamente 16 cloroplastos nas células-guardas; o diâmetro polar de cada estômato é cerca $3,21\mu\text{m}$ e o equatorial é de $2,10\mu\text{m}$ (Figura 11a e b). Já a epiderme abaxial mede $2,42\mu\text{m}$ de espessura e a cutícula, $0,40\mu\text{m}$, onde são encontrados em torno de 111 estômatos por mm^2 , também anomocíticos, que apresentam em torno de 20 cloroplastos nas células-guardas; o diâmetro polar é cerca de $3,12\mu\text{m}$ e o equatorial é de $1,90\mu\text{m}$ (Figura 11c e d).

A quantidade maior de estômatos na epiderme abaxial também ocorre em folhas adultas de outras espécies da família Apiaceae já estudadas, como *Hydrocotyle umbellata* L. (MARTINS *et al.*, 2008) e *Cunila microcephala* Benth. (TOLEDO *et al.*, 2004); indicando o início da formação morfofuncional dessas primeiras folhas. Taiz e Zeiger (2004) explicam que a menor quantidade de estômatos e cloroplastos na epiderme adaxial facilita a difusão interna, a absorção de CO_2 e a passagem de luz para os tecidos subjacentes, aumentando a eficiência fotossintética. Além disso, a maior parte da transpiração foliar ocorre através do poro estomático, já que a cutícula é quase impermeável à água (TAIZ e ZEIGER, 2004); dessa forma, o maior número de estômatos resulta num maior controle de perda de água por transpiração. Fato confirmado pelos os mesmos autores, que afirmam que a abertura estomática é controlada pelas células-guarda que formam os estômatos; processo que também controla a quantidade de CO_2 absorvido para ser utilizado na fotossíntese.

O tipo de estômato anomocítico também foi observado nas primeiras folhas de várias outras plântulas de diferentes espécies, nestas não ocorre outro tipo de complexo estomático (MOURÃO *et al.*, 2002; CABRAL *et al.*, 2004; FIGUERÔA *et al.*, 2004; SOUZA e OLIVEIRA, 2004; TOLEDO *et al.*, 2004; MOREIRA-CONEGLIAN e OLIVEIRA, 2006; MUSSURY *et al.*, 2006; ORTOLANI *et al.*, 2007), indicando que o tipo de estômato não representa um caráter que deve ser usado para diferenciação de plântulas, mesmo Fanh (1990) afirmando que os tipos de estômatos podem ser usados em taxonomia vegetal de plantas adultas.

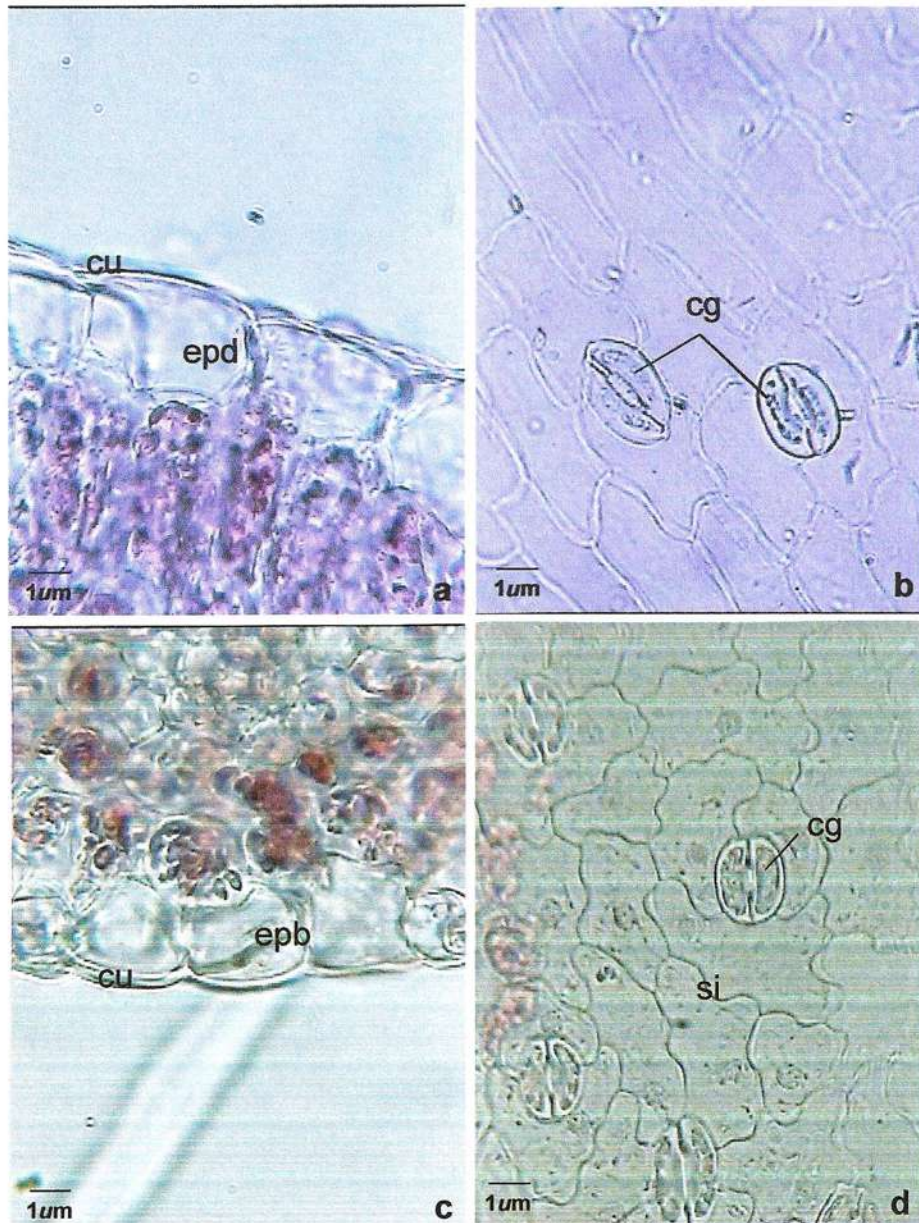


Figura 11. Folha da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** secção transversal da epiderme adaxial. **b.** secção paradérmica da epiderme adaxial com estômatos anomocíticos. **c.** secção transversal da epiderme abaxial. **d.** secção paradérmica da epiderme abaxial com estômatos anomocíticos. (cu = cutícula; epd = epiderme adaxial; epb = epiderme abaxial; cg = célula-guarda; si = sinuosidades).

O mesofilo é heterogêneo e assimétrico com apenas uma camada de parênquima paliçádico voltada para a epiderme da face adaxial e quatro a seis camadas de parênquima lacunoso voltadas para a epiderme da face abaxial, ambos diferenciados em tecidos fotossintetizantes e de formatos semelhantes aos encontrados no cotilédono (Figura 12a).

Segundo Fahn (1990), de modo geral, o mesofilo sofre diferenciação para formar os tecidos fotossintetizantes na planta adulta e por isso, está

repleto de cloroplastos. Existem depósitos de grãos de amido nas células dos parênquimas paliçádico e esponjoso, onde são encontrados de 76-85 grãos por $10\mu\text{m}$ (Figura 10c). Outras espécies também apresentam grãos de amido nas primeiras folhas das plântulas, como *Hymenaea courbaril* L. (AIDAR *et al.*, 2002), *Hymenaea stilbocarpa* Hayne (MOREIRA-CONEGLIAN e OLIVEIRA, 2006) e *Fragaria ananassa* Duch. (CALVETE *et al.*, 2000).

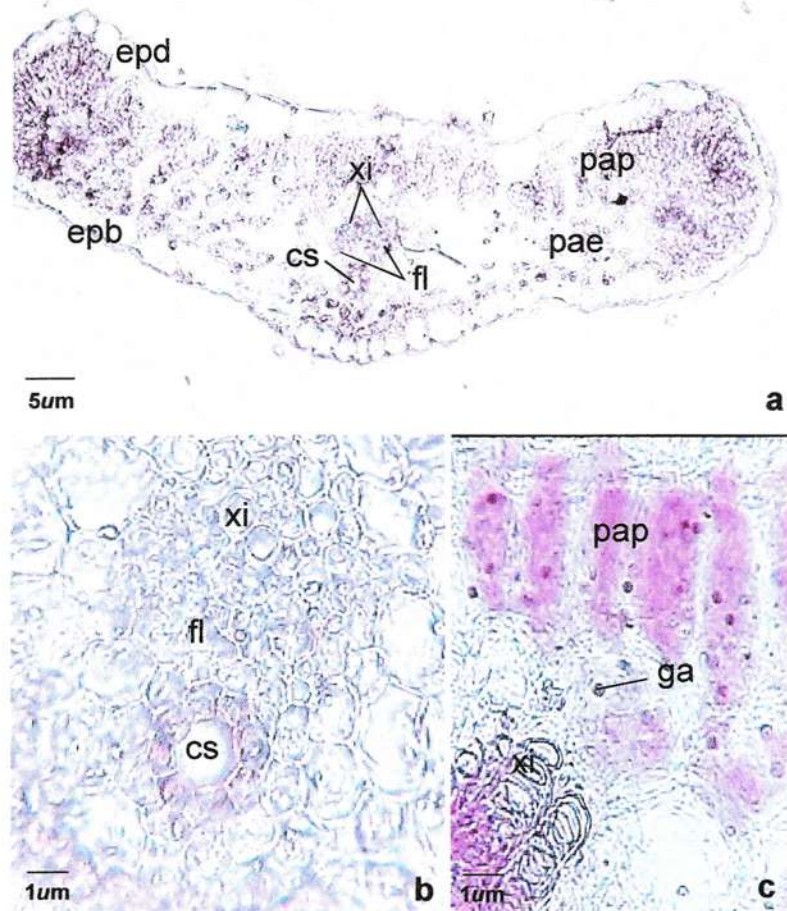


Figura 12. Folha da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. **a.** secção transversal mostrando mesofilo e nervuras . **b.** secção transversal da nervura primária evidenciando canal secretor. **c.** secção transversal mostrando grãos de amido e xilema helicoidal. (epd = epiderme adaxial; epb = epiderme abaxial; pap = parênquima paliçádico; pae = parênquima esponjoso; fl = floema; xi = xilema; cs = canal secretor; ga = grão de amido).

Os feixes vasculares da folha são colaterais (Figura 10b), não apresentando diferenças significativas na organização dos tecidos, quando comparada às do cotilédone, que possuem maior quantidade de tecidos floenquimático e xilemático. Esse padrão das nervuras tem a vantagem de extensibilidade e essa característica permite que os elementos de vaso se

diferenciem em tecidos que estão crescendo, já que podem se alongar e continuar funcionais, levando água até as partes jovens da planta (APEZZATO-DA-GLÓRIA e CARMELO-GUERREIRO, 2004). Nas folhas, os ductos secretores também apresentam a mesma localização e o mesmo padrão celular dos encontrados nos cotilédones. Na espécie em estudo, tais estruturas são responsáveis pela produção de óleos essenciais, assim como ocorre em várias *Apiaceae* (SIMÕES *et al.*, 2004).

4. CONCLUSÕES

- As sementes de *F. vulgare* apresentam germinação epígea e plântulas com desenvolvimento fanerocotiledonar;
- A caracterização morfoanatômica da plântula de erva-doce auxilia na identificação da variedade e na padronização e diferenciação de plântulas normais;
- Os cotilédones das plântulas de erva-doce apresentam funções fotossintética e nutricional, indicadas por caracteres estruturais;
- O tipo estomático anomocítico, presente nas plântulas de erva-doce, não representa um caráter útil na diferenciação das plântulas dessa espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIDAR, M. P. M.; COSTA, P. F.; MARTINEZ, C. A.; DIETRICH, S. M. C.; BUCKERIDGE, M. S.. Effect of atmospheric CO² enrichment on the establishment of seedlings of jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Biota Neotropica**. Campinas. v. 2. n. 1. p. 1-10, 2002.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2003.

ARIAS, R. L. El sistema secretor interno del cuerpo primário en *Espeletiinae* (Asteraceae). **Plantula**. Venezuela. v. 3. n. 3. p. 129-139, 2005.

BATTILANI, J. L., SANTIAGO, E. F., SOUZA, A. L. T. de. Aspectos morfológicos de frutos, sementes e desenvolvimento de plântulas e plantas jovens de *Unonopsis lindmanii* Fries (Annonaceae). **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo. v.21 n.4. p. 897-907 , 2007.

BERNATH, J.; NEMETH, E.; KATTAA, A.; HETHELYI, E. Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin. **Journal of essential oil research**. Elsevier. v. 8. n. 3. p. 247-253, 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo. v. 18. p. 241-251, 2004.

CALVETE, E. O.; KÄMPF, A. N.; BERGAMASCHI, H.; DAUDT, R. H. S. Avaliação do crescimento de plantas de morangueiro, durante a aclimatização ex vitro. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 18. n. 3. p. 188-192, 2000.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. 4ª edição. Funep: Jaboticabal, 2000.

CARMELLO-GUERREIRO, S. M., PAOLI, A. A. S., Aspectos morfológicos e anatômicos da semente de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. Allem. - Anacardiaceae), com notas sobre paquicalaza. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 21. n. 1, p. 222-228, 1999 (a).

CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; PAOLI, A. A. S. Morfologia e anatomia da semente de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) em desenvolvimento. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. V. 22. n. 1. p. 91-98, 1999 (b).

CORREIA, M. C. R.; PINHEIRO, M. C. B.; LIMA, H. A. Produção de frutos e germinação de sementes de *Anemopaegma chamberlaynii* Bur. & K. Schum. (Bignoniaceae) - Um registro de poliembrionia. **Sitientibus**. Feira de Santana. v. 5. p. 68-71, 2005.

CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**. São Paulo. v.13. p. 45-54, 1988.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal – parte I: células e tecidos**. 2ª edição. São Paulo: Roca, 1986.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2ª edição. Canadá: Wiley, 1977.

ESAU, K. **Anatomia das Plantas com Sementes**. 14ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1990.

FIGUEIROA, J. M. de; BARBOSA, D. C. de A., SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo. v. 18. n. 3. p. 573-580, 2004.

GONZALEZ, A. M., CRISTÓBAL, C. L. Ontogenia del óvulo y semilla de *Sterculia striata* (sterculiaceae). **Bonplandia**. Corrientes. v.15. n. 1-2. p. 63-77, 2006.

HACKBART, V. C. dos S., CORDAZZO, C. V. Germinação e crescimento de plântulas de *Hydrocotyle bonariensis* lam. (Apiaceae) em diferentes concentrações de NaCl. **Atlântica**. Rio Grande. v. 29. n. 2. p. 85-92, 2007.

HADID, M., COSA, M. T., DOTTORI, N., LISCOVSKY, I. J. Anatomía de la raíz de *Solanum sisymbriifolium* (Solanaceae). **Latin American Journal of Pharmacy**. v. 26. n.1. p. 4-10, 2007.

KITAJIMA, K. Relationship between photosynthesis and thickness of cotyledons for tropical tree species. **Functional Ecology**. Urbana. v. 6. n. 5. p. 582-589, 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MARTINI, M. H., LENCI, C. G., FIGUEIRA, A., TAVARES, D. de Q. Localization of the cotyledon reserves of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *T. subincanum* Mart., *T. bicolor* Bonpl. and their analogies with *T. cacao* L. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 31. n. 1. p. 147-154, 2008.

MARTINS, M. B. G., MARCONI, A. P., CAVALHEIRO, A. J.; RODRIGUES, S. D. Caracterização anatômica e química da folha e do sistema radicular de *Hydrocotyle umbellata* (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. João Pessoa. v. 18. n. 3. p. 402-414, 2008.

MAUSETH, J. D. **Plant Anatomy**. California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1988.

MELO, M. da G. G., MENDONÇA, M. S. de, MENDES, A. M. da. Análise morfológica de sementes, germinação e plântulas de jatobá (*Hymenaea*

intermedia Ducke var. *adenotricha* (Ducke) Lee & Lang.) (Leguminosae-caesalpinioideae). **Acta Amazonica**. Manaus. v. 34. n. 1. p. 9-14, 2004.

METCALF, C. R., CHALK, L. **Anatomy of the Dicotyledons**. v. 2. Oxford: Clarendon Press, 1950.

MOREIRA-CONEGLIAN, I. R., OLIVEIRA, D. M. T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 29. n.2. p. 193-207, 2006.

MOTT, K. A., GIBSON, A. C. & OLEARY, J. W. The adaptive significance of amphistomatic leaves. **Plant, Cell and Environment**. California. v. 5. p. 455-460, 1982.

MOURÃO, K. S. M.; DIAS-PINTO, D.; SOUZA, L. A.; MOSCHETA, S. M. Morfo-anatomia da plântula e do tirodentro de *Trichilia catigua* A. Juss., *T. elegans* A. Juss. e *T. pallida* Sw, (Meliaceae). **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 24. p. 601-610, 2002.

MUSSURY, R. M., SCALON, S. de P. Q., GOMES, A. A., BARROS, S. S. U. de. Caracterização morfoanatômica de plântulas de *Gomphrena elegans* Mart. (Amaranthaceae). **Acta Scientia Biologia Scientiarum**. Maringá. v. 28. n. 2. p. 87-93, 2006.

OLIVEIRA, F. de; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. **Farmacognosia**. São Paulo: Atheneu, 2005.

ORTOLANI, F. A., MATAQUEIRO, M. F., MORO, J. R., MORO, F. V., DAMIÃO FILHO, C. F. Morfo-anatomia de plântulas e número cromossômico de *Cybistax antisiphilitica* (Mart.) Mart. (Bignoniaceae). **Acta Botânica Brasilica**. São Paulo. v. 22. n. 2. p. 345-353, 2008.

PIMENOV, M. G., LEONOV, M. V. The asian Umbelliferae biodiversity database (Asium) with particular reference to south-west Asian taxa. **Botanical Garden**. Moscow. v. 28. p. 139-145, 2004.

PUTZ, N.; SUKKAU, I. Seedling establishment, bud movement, and subterranean diversity of geophilous systems in Apiaceae. **Flora**. Elsevier. v. 197. n. 5. p. 385-393, 2004.

RAMIREZ, G. C., VALENZUELA, F. E., MARTIN, P. C. S. Nuevos antecedentes sobre desarrollo temprano, morfología y anatomía de las raíces proteiformes de *Gevuina avellana*. **Agro Sur**. Chile. v. 32. n. 2. p. 33-44, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A., 2001.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

SOUSA, L. A., ALBUQUERQUE, J. C. R., LEITE, M. N., STEFANINI, M. B. Sazonalidade dos ductos secretores e óleo essencial de *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* Mill. (Apiaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**. João Pessoa. v. 15. n. 2. p. 155-161, 2005.

SOUZA, L. A. de, OLIVEIRA, J. H. G de. Morfologia e anatomia das plântulas de *Tabebuia avellanedae* Lor. ex Griseb e *T. chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl. (Bignoniaceae). **Acta Scientiarum**. Maringá. v. 26. n. 2. p. 217-226, 2004.

SOUZA, L. A. de, LOPES, W. A. L., ALMEIDA, O. J. G. de. Morfoanatomia da plântula e do tirodendro de *Arrabidaea mutabilis* Bureau & K. Schum. (Bignoniaceae). **Acta Scientia Biologia Scientarum**. Maringá, v. 29. n. 2. p. 131-136, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TEIXEIRA, S. DE P., GABRIELLI, A. C. Anatomia do eixo vegetativo de *Dahlstedtia pinnata* (Benth.) Malme e *D. pentaphylla* (Taub.) Burk.

(Leguminosae, Papilionoideae). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 23, n. 1, p. 01-11, 2000.

TOLEDO, A. C. O., DUARTE, M. do R., NAKASHIMA, T. Caracterização Morfoanatômica das Folhas de *Symphytum officinale* L. (Boraginaceae). **Acta Farmaceutica Bonaerense**. Buenos Aires. v. 23. n. 3. p. 359-364, 2004.

VON HERTWIG, I. F. **Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização**. 2ª edição. São Paulo: Ícone, 1991.

VOGEL, E.F. **Seedlings of dicotyledons**. Wageningen: Pudoc, 1980.

CAPÍTULO 3

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE *Foeniculum
vulgare* Mill. PRODUZIDAS EM SISTEMAS DE CONSÓRCIOS**

RESUMO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) é uma planta medicinal oleaginosa amplamente cultivada e utilizada no Brasil. No estado da Paraíba, ela é de fundamental importância econômica para os agricultores, especialmente em municípios de Montadas, Areial e Esperança. Alternativas para melhorar a qualidade de sementes de erva-doce são necessárias; como sistemas de consórcio e uso de agrotóxico para controle de pragas, além da determinação do melhor momento para a colheita das sementes. Dessa forma, objetivou-se verificar a influência de sistemas de consórcio, aplicação de inseticida e coloração do fruto na qualidade fisiológica de sementes de erva-doce. A erva-doce foi cultivada em consórcio com algodão colorido cultivar BRS Safira em cinco diferentes arranjos das fileiras, onde foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando assim, dez tratamentos: 1A2E, uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E, uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E, duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E, três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES, erva-doce solteira. O primeiro experimento foi realizado com sementes da erva-doce em cultivo solteiro, separadas por estágio de maturação (verdes e marrons). O segundo experimento foi feito com as sementes marrons de todos os tratamentos de consórcios e inseticida. Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso de sementes, produção, umidade, porcentagem de emergência e vigor (condutividade elétrica - CE, primeira contagem de emergência - PCE, índice de velocidade de emergência - IVE, massa seca e comprimento de plântulas). Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado no primeiro experimento e distribuídos em arranjo fatorial 5X2 no segundo; sendo realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para todas as análises, as sementes marrons apresentaram valores superiores às verdes. O consórcio 1A3E aumentou consideravelmente a porcentagem de emergência das plântulas (58,5%) e o vigor das sementes avaliado pelo PCE (8,50) e IVE (1,17), quando comparados ao cultivo solteiro (36,0%, 4,87 e 0,77, respectivamente); e o 3A1E proporcionou os melhores resultados para o teor de água (11,19) e a CE (763,4 μ s/cm/g). Já o inseticida causou influência positiva na emergência (44,8%), produção (17,88g/planta) e CE (807,8 μ s/cm/g), mas diminuiu os valores do comprimento (11,33cm) e da massa seca (0,047g) das plântulas. As sementes de *F. vulgare* com coloração marrom apresentam qualidade fisiológica e produção mais elevadas, indicando que após sete meses depois do transplante das mudas, a maioria das sementes já mostravam-se visualmente aptas para a colheita. Para uma maior produção de sementes com vigor fisiológico elevado, deve ser utilizado o sistema de consórcio 1A2E no campo e inseticida para controle de pragas.

Palavras-chave: erva-doce, estágio de maturação, inseticida, produção de sementes, vigor.

1. INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) pertence à família Apiaceae e destaca-se por possuir propriedades aromáticas, condimentares e medicinais. Originária do mediterrâneo oriental e do Cáucaso, foi trazida para o Brasil na época da colonização (SIMÕES *et al.*, 2004), sendo atualmente produzida e comercializada em vários países (BARAZANI *et al.*, 2002; CHOI e HWANG, 2004; BERNATH, 1996; PIMENOV e LEONOV, 2004).

Várias alternativas têm sido implementadas para melhorar a qualidade fisiológica de sementes de culturas importantes, inclusive da erva-doce, seja cultivado em sistema isolado, ou mesmo consorciado com outras culturas. A produção de sementes em sistemas de consórcio tem sido bastante utilizada com o intuito de melhorar o rendimento e a qualidade fisiológica dessas sementes, minimizando as agressões ao meio ambiente. Esse sistema é usado para promover alta capacidade fotossintética durante a maior parte possível do ano (GLIESSMAN, 2001; ALTIERI, 2000) e também para ajudar a amenizar os problemas relacionados às irregularidades climáticas, o que reduz as perdas de produção (NUNES *et al.* 2007).

Porém, a erva-doce normalmente apresenta grandes infestações por pulgão durante sua produção, principalmente nas umbelas (LIRA e BATISTA, 2006), o que causa prejuízos aos agricultores e obriga a utilização de inseticidas, que por um lado amenizam os danos causados pelos predadores, mas por outro, afirmam Chaboussou (2006) e Siqueira e Kruse (2008), podem causar alterações fisiológicas na planta. Por isso, torna-se fundamental o uso de procedimentos adequados para avaliar o vigor de sementes, dentro de programas de controle de qualidade.

Outro aspecto para obtenção de sementes de boa qualidade é o momento da colheita, que pode ser determinada pelo estágio de desenvolvimento do fruto ou da semente (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), o que influencia diretamente a germinação e o vigor. Em vários frutos, a maturidade fisiológica das sementes, geralmente, coincide com o início da

alteração na coloração da epiderme dos seus frutos (DIAS, 2001; AGUIAR *et al.*, 1988), sendo necessário verificar como essa modificação na coloração pode influenciar a qualidade dessas sementes.

Dessa forma, objetivou-se verificar a influência de sistemas de consórcio, aplicação de inseticida e coloração do fruto na qualidade fisiológica de sementes de erva-doce.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fase de campo

A pesquisa de campo foi conduzida na fazenda Boa Sorte, município de Montadas, na Paraíba (Figura 1); que apresenta altitude variando entre 650 a 1000 metros (MASCARENHAS *et al.*, 2005), latitude sul de 7° 08' 26" e longitude oeste de 35° 54' 46", com temperatura média anual em torno de 24°C e clima semi-árido, pouco úmido.



Figura 1. Campo experimental de erva-doce no município de Montadas - PB.

Foram transplantadas mudas de erva-doce, cultivar Esperança, com 45 dias após a sementeira, em sistemas de consórcio com algodão colorido, cultivar BRS Safira. Foram cultivadas linhas de 8m, com 0,80m entre fileiras e

0,30m entre plantas. O arranjo das plantas no sistema de consórcio foi representado por cinco tratamentos (Figura 2). A partir da terceira semana após o transplante das mudas, e durante dois meses foram feitas aplicações semanais do inseticida Agrofós 400 (princípio ativo monocrotofós) nos respectivos tratamentos indicados na Figura 3.

No campo, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, representados por cinco tratamentos de consórcio (Figura 2), com e sem aplicação de inseticida (Figura 3). Os cinco tratamentos foram representados por: 1, uma fileira de algodão consorciada com duas fileiras de erva-doce (a); 2, uma fileira de algodão consorciada com três fileiras de erva-doce (b); 3, duas fileiras de algodão consorciadas com uma fileira de erva-doce (c); 4, três fileiras de algodão consorciadas com uma fileira de erva-doce (d); e 5, erva-doce solteira (e). Os cinco tratamentos foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando assim, 10 tratamentos distribuídos aleatoriamente em 4 repetições. A distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais está representada na Figura 3.

Durante a colheita dos frutos de erva-doce, onde foram selecionadas cinco plantas ao acaso de cada tratamento, nas quais tiveram todas as umbelas retiradas manualmente. De acordo com Lorenzi e Matos (2008), os frutos são oblongos, compostos por dois aquênios (frutos-semente)); os quais neste trabalho serão considerados como sementes (unidades de dispersão).

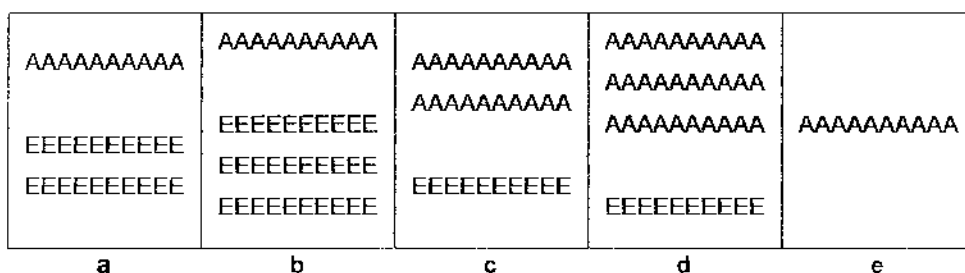


Figura 2. Arranjo das plantas de erva-doce e algodão colorido cv. BRS Safira como culturas solteiras e consorciadas.

Csi	asi	bci	Cci
eci	aci	dsi	bsi
dci	Cci	aci	aci
bsi	dsi	Csi	asi
esi	Csi	esi	Csi
bci	esi	eci	dci
Cci	bsi	Cci	esi
aci	eci	dci	dsi
dsi	dci	asi	bci
asi	bci	bsi	eci

Figura 3. Distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais, no campo. **a** – 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; **b** – 1A3E - uma fileira de algodão e três de erva-doce; **c** – 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; **d** – 3A1E - três fileiras de algodão e uma de erva-doce; **e** – ES – erva-doce solteira; **si** – sem inseticida; **ci** – com inseticida.

2.2. Fase de laboratório

A fase de laboratório foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia – PB (latitude 6°58'12" S e longitude 35°42'15" W), de dezembro de 2007 a abril de 2008. Inicialmente, as sementes de cada tratamento foram retiradas das umbelas, separadas por estádios de maturação, em sementes verdes e marrons (Figura 4), sendo considerada a coloração do tegumento, e homogeneizadas.



Figura 4. Estádios de maturação das sementes, considerando-se a coloração do tegumento. a. Semente verde; b. Semente marron.

Partindo-se de sementes colhidas da erva-doce solteira (testemunha), foram realizados testes com as sementes verdes e marrons, para a verificação da influência do estágio de maturação na qualidade fisiológica. Com os outros tratamentos de consórcio, utilizou-se apenas as sementes marrons para as análises; em esquema fatorial 5x2 (5 – sistemas de consórcio e 2 – com e sem inseticida).

Dessa forma, foram avaliadas as seguintes variáveis: peso de sementes, produção, umidade, porcentagem de emergência e vigor (condutividade elétrica, primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca e comprimento de plântulas).

- **Peso de sementes**

Para a avaliação do peso de sementes, quatro repetições de 50 sementes por tratamento foram pesadas em balança analítica de precisão (0,001g), sendo o resultado dado em gramas (g).

- Produção

Para a produção, dado em grama/planta, foram pesadas todas as sementes coletadas de cinco plantas, selecionadas aleatoriamente, de cada tratamento por repetição, onde foram calculadas as médias dessas plantas.

- Teor de água

O teor de água foi determinado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, acondicionadas em recipientes metálicos e levadas à estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após esse período, as sementes foram colocadas no dessecador e pesadas imediatamente em balança analítica de precisão (0,001g). O teor de água foi calculado com base no peso úmido, aplicando-se a fórmula proposta pelas Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992) e o resultado final expresso em porcentagem.

- Condutividade elétrica

Quatro subamostras de 50 sementes, de cada tratamento, foram pesadas em balança com precisão de 0,0001g, colocadas em copos plásticos contendo 75ml de água destilada e mantidas no germinador à temperatura de 20°C por 24 horas. Após esse procedimento, a condutividade elétrica da solução foi medida com condutivímetro Tecnopon, modelo CA 150, e os resultados expressos em $\mu\text{s/cm/g}$.

- Teste de emergência

Para este teste foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, previamente desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio

(1%) por 10 minutos. As sementes foram semeadas a 1cm de profundidade, em bandejas plásticas contendo o substrato areia, umedecido a 60% de sua capacidade de acordo com as RAS (BRASIL, 1992).

As bandejas foram mantidas em casa de vegetação (Figura 5), sendo realizadas regas para a manutenção da umidade e contagens diárias entre o décimo e o vigésimo quinto dias. A porcentagem de emergência foi avaliada mediante contagem do número de plântulas emersas, usando-se como critério o surgimento do epicótilo na superfície da areia. Foram consideradas normais aquelas plântulas que apresentaram características condizentes com as prescritas pelas RAS (BRASIL, 1992). O resultado foi correspondente à porcentagem total de plântulas emersas até o 25º dia após a semeadura.



Figura 5. Teste de emergência. a. identificação e organização das bandejas. b. instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação.

- Testes de vigor

A primeira contagem de emergência foi feita observando-se o número de plântulas emersas dez dias após a semeadura. Para o cálculo do IVE foram feitas contagens diárias, onde se utilizou a equação descrita por Maguire (1962). Vinte dias após a semeadura, as plântulas normais de cada repetição foram medidas com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, para avaliação do comprimento. E posteriormente, levadas à estufa a 105°C, e após

24 horas foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g para a determinação da massa seca.

2.3. Delineamento estatístico

Para avaliar a influência do estágio de maturação (primeiro experimento) na qualidade fisiológica de sementes de erva-doce, os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), considerando os dois tratamentos: sementes verdes e sementes marrons. Já para avaliação dos efeitos dos consórcios e do inseticida (segundo experimento), foi realizada a análise de variância segundo o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em arranjo fatorial 5 x 2 (5 – sistemas de consórcio e 2 – presença e ausência de inseticida), com quatro repetições. Foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação múltipla de médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Influência do estágio de maturação das sementes

Os dados referentes às variáveis (análise de variância - Tabela 1): porcentagem de emergência, produção, teor de água e peso de sementes de erva-doce (*F. vulgare*), em função do estágio de maturação das sementes, estão representados na Tabela 2.

Tabela 1. Resumo da Análise de Variância (quadrado médio e coeficiente de variação) das variáveis analisadas, em função do estágio de maturação da semente.

	% de emergência	Produção	Peso de sementes	Teor de água
QM trat	242,00*	264,04**	0,00066*	94,73**
CV (%)	16,28	13,26	4,76	21,34

Valores significativos a 1% (**) e a 5% (*) pelo teste F.

Tabela 2. Dados referentes à emergência (%), produção (g/planta), peso de sementes (g) e teor de água (%), em função do estágio de maturação das sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.).

	% de emergência	Produção	Peso de sementes	Teor de água
Verde	33b	7,43b	0,175a	13,58a
Marrom	44a	14,32a	0,157b	10,07b

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à porcentagem de emergência, constatou-se que as sementes de coloração marrom apresentaram valores superiores às sementes verdes; diferindo estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados referentes à produção de sementes (gramas/planta), também foi superior quando comparados os dois estádios de maturação ($p < 0,01$). Houve

uma maior produção de sementes de coloração marrom do que verde, mostrando que depois de sete meses após o transplante das mudas para o campo, a maioria das sementes já se encontrava em estágio avançado de maturação.

A menor taxa de emergência em sementes colhidas verdes também foi verificada em diversas pesquisas com espécies oleaginosas. Estudando sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia* A. DC.), Martins *et al.* (2004) verificaram que a emergência das sementes verdes e maduras de cor alaranjada, foi de cerca de 15% e 53%, respectivamente; Vieira (2005) observou que as sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) quando verdes germinaram 78%, enquanto as sementes maduras, 96%; em sementes de mamona (*Ricinus communis* L.), o fruto deve estar com cerca de 2/3 com a coloração marrom para apresentar germinação satisfatória (BELTRÃO *et al.*, 2003); e em sementes de canola (*Brassica napus* L.), Rosseto e Nakagawa (2000) obtiveram germinação de 4% e 16% em sementes verdes e em estádios avançados de maturação, respectivamente. Valores menores de produção de sementes por planta também foram observados no gergelim (*Sesamum indicum* L.) quando as sementes foram colhidas em estágio inicial de maturação (LAGO *et al.*, 2001).

Porém, diferentemente da erva-doce, em algumas espécies não se verifica a influência do estágio de maturação, indicado pela coloração, na germinação das sementes, como é o caso do gergelim (*S. indicum*) que apresentou variação de 96-98% de germinação (LAGO *et al.*, 2001); do citrumelo (híbrido de *Citrus paradisi* Macfad. e *Poncirus trifoliata* L.), com germinação de cerca de 80% em sementes nos dois estádios (SILVA, 2007); e da canela-guaicá (*Ocotea puberula* Reich.), onde observou-se germinação de 77% das sementes verdes e de 82%, das marrons (HIRANO e POSSAMAI, 2008). Tais resultados mostram que, nessas espécies, mesmo não estando completamente maduras, as sementes já estão aptas à germinação; fato que não ocorre com as sementes da erva-doce.

Os resultados referentes ao peso de sementes mostraram que as verdes apresentaram 0,175g, diferindo ($p < 0,05$) das sementes marrons, com 0,157g. O peso superior das sementes verdes, para Carvalho e Nakagawa (2000),

ocorre pelo maior teor de água na fase inicial da sua formação, que vai diminuindo progressivamente com o desenvolvimento até certo ponto, começando a oscilar com os valores da umidade relativa do ar; a partir de então, a planta mãe não controla mais o teor de água da semente.

Confirmando este fato, observou-se que as sementes de erva-doce verdes apresentaram teor de água de 13,58%, enquanto nas sementes marrons, foi de 10,07% ($p < 0,01$). Porém, nos dois estádios de maturação, as sementes apresentaram boa umidade para comercialização, que segundo Brasil (1992), deve ser menor que 13%. Dornelas (2006) observou teor de água próximo para sementes secas de erva-doce coletadas em campo experimental (11,76%); já Stefanello (2005) e Torres (2004) encontraram umidades menores, de 5,2% e 7,8%, respectivamente, em sementes de erva-doce adquiridas com empresas de produção e comercialização de sementes.

Os estudos de condutividade elétrica, com análise de variância demonstrados na Tabela 3, estão representados na Tabela 4 e mostraram que houve maior liberação de eletrólitos durante a embebição pelas sementes verdes ($p < 0,05$), que mostrou um resultado de 984,57 $\mu\text{s/cm/g}$, enquanto que com as sementes marrons, a liberação foi de 853,17 $\mu\text{s/cm/g}$; indicando pior estruturação das membranas e conseqüentemente maior lixiviação de solutos nas sementes verdes; onde observou-se diferença altamente significativa nos resultados. Dessa forma, de acordo com os resultados da condutividade elétrica, as sementes em estágio mais avançado de maturação apresentaram maior vigor, fato também constatado por outros autores (CORVELLO *et al.*, 1999; ROSSETO e NAKAGAWA, 2000; ZORATO *et al.*, 2003; MARTINS *et al.*, 2004) para espécies oleaginosas de interesse comercial; confirmando a expectativa de menor integridade das membranas nas sementes que degradam parcialmente a clorofila, apresentando assim, tegumento da semente com coloração verde.

O vigor, avaliado através da primeira contagem de emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento e massa seca de plântulas (Tabela 4), demonstrou que as sementes marrons são significativamente mais vigorosas que as sementes verdes; os resultados da análise de variância estão representados no Tabela 3.

Tabela 3. Resumo da Análise de Variância (quadrado médio e coeficiente de variação) das variáveis analisadas referentes ao vigor, em função do estágio de maturação da semente.

	Condutividade elétrica	1 ^a Contagem	IVE	Comprimento de plântulas	Massa seca de plântulas
QM trat	34530,60**	15,12**	0,16*	4,45*	0,00046**
CV (%)	3,33	16,21	15,47	6,52	9,96

Valores significativos a 1% (**) e a 5% (*) pelo teste F.

Tabela 4. Dados referentes ao vigor, em função do estágio de maturação das sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.); com os resultados da condutividade elétrica ($\mu\text{s/cm/g}$), 1^a contagem e índice de velocidade de emergência, comprimento (cm) e massa seca (g) de plântulas.

	Condutividade elétrica	1 ^a Contagem	IVE	Comprimento de plântulas	Massa seca de plântulas
Verde	984,57a	3,50b	0,717b	12,11b	0,042b
Marrom	853,17b	6,25a	1,008a	13,60a	0,057a

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os efeitos da coloração do tegumento na primeira contagem e no índice de velocidade de emergência foram significativos ao nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. As sementes marrons apresentaram IVE de 1,008, emergência relativamente rápida, quando comparada com o IVE das sementes verdes, que foi de 0,717. Também foi observado que tanto o comprimento ($p < 0,05$), quanto a massa seca ($p < 0,01$) das plântulas também está relacionada à coloração do tegumento das sementes, pois os resultados para as sementes verdes (12,11cm e 0,042g) foram inferiores aos para as sementes marrons (13,60cm e 0,057g) nas duas características avaliadas.

Esta superioridade no vigor verificada nas sementes marrons pode estar atribuída à umidade e conseqüentemente ao estágio de maturação, pois Carvalho e Nakagawa (2000) mostram que o ponto de maturação fisiológica, quando a semente apresenta maior vigor, está relacionado à menor umidade, bem como ao maior acúmulo de matéria seca nas sementes. Assim como na cultura da erva-doce, outros autores também verificaram que o estágio de

maturação afetou significativamente o IVE ou IVG. Souza Júnior *et al.* (2007) observaram que em sementes de araçarana (*Calypthranthes clusiifolia* (Miq.) O. Berg), o resultado o IVG passou de 0,4201 em sementes verdes, para 1,3005, em sementes em estágio mais avançado de maturação. O mesmo foi observado por Guimarães e Barbosa (2007) em sementes de jacarandá (*Machaerium brasiliensis* Vogel), que tiveram o resultado do IVE de 0,19 em sementes verdes e 0,47 em sementes mais maduras. Porém, em sementes de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.), Wagner Júnior *et al.* (2006) não constataram diferença significativa da influência do estágio de maturação da semente nas características comprimento e massa seca de plântulas, como ocorreu com a erva-doce.

Além disso, pesquisas realizadas com sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merr.) (PÁDUA, 2006) e de repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.) (FREITAS *et al.*, 2007) mostraram que a absorção deficiente de clorofila das sementes pela planta reduz consideravelmente o vigor das sementes; esse processo ocorre durante a maturação das sementes e que tem como consequência a mudança da coloração do tegumento. Zorato (2007) ressalta que sementes com cotilédones esverdeados podem sofrer efeitos deletérios causados por deterioração advinda da não-degradação dos cloropigmento, que são bastante susceptíveis a reações de degradação.

3.2. Influência de sistemas de consórcio erva-doce X algodão e da aplicação do inseticida Agrofós 400

3.2.1. Emergência

Os dados relativos à emergência de sementes de erva-doce em função do consórcio com algodão colorido cv. BRS Safira e aplicação de inseticida Agrofós 400 estão representados na Tabela 5. As sementes de erva-doce, tanto em cultivo solteiro como nos consorciados, demonstraram um comportamento da capacidade de emergência bem diferente, havendo

influência ($p < 0,01$) dos consórcios, da presença e ausência de inseticida e da interação desses dois fatores.

Em relação aos consórcios, o tratamento 1A3E se destacou dos demais, cujas sementes apresentaram emergência de 58,5%. Esse tratamento também se mostrou mais eficiente que os outros quando inseticida foi pulverizado para controle de pragas, ou seja, independente da presença (57% de emergência) ou ausência (60% de emergência) do agrotóxico, esse foi o melhor tratamento entre os consórcios, apesar de não diferir do 3A1E, quando aplicado o inseticida. O pior tratamento ocorreu com as sementes de erva doce foram semeadas sem consórcio (solteiro). Quando as plantas não receberam o inseticida, as sementes procedentes dos tratamentos 2A1E e 3A1E apresentaram os piores percentuais de germinação. Tais resultados indicaram que a maximização da emergência dependeu do consórcio utilizado, elevando o potencial fisiológico das sementes de erva-doce produzidas. Costa e Araújo (2001) observaram um pequeno aumento na emergência em sementes de milho (*Zea mays* L.), de 60,3% para 67,2%, produzidas em sistema de monocultura e consórcio com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), respectivamente. Oliveira *et al.* (2001) testaram o Carpropamid para o controle de *Pyricularia grisea* e obtiveram germinação de 49,75%, enquanto na testemunha a germinação foi de 37,75%.

Tabela 5. Emergência (%) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	44,0Ba	57,0Aa	42,0Ba	53,0ABa	28,0Cb	44,8a
Sem	40,0Ba	60,0Aa	20,0Cb	16,0Cb	44,0Ba	36,0b
Médias	42,0B	58,5A	31,0C	34,5BC	36,0BC	
CV(%)	14,96					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 8,73; DMS linha – 12,42). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Já Araújo e Lima Neto (1999) não verificaram influência dos sistemas de consórcio na porcentagem de emergência de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) produzidas consorciadas com o milho (*Zea Mays* L.), em sistema de cultivo isolado, a emergência foi de 74%, e nos sistemas consorciados a emergência variou de 68% a 75%. O mesmo ocorreu durante a produção de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) em sistema convencional (90% de germinação) e em consórcio com milho e feijão (92% de germinação) (RODRIGUES *et al.*, 2007).

Por outro lado, considerando-se o fator inseticida isoladamente, verificou-se que as sementes não tratadas tiveram porcentagem de emergência menor (36%), que as sementes tratadas (44,8%). Além disso, na maioria dos sistemas de consórcio, as sementes que receberam o tratamento com inseticida para controle de pragas apresentaram emergência superior àquelas que não receberam. Este fato pode ter ocorrido devido ao controle dos pulgões da erva-doce, que para Curado *et al.* (2007) é a principal praga dessa cultura, causando enormes prejuízos aos agricultores. Porém, Chaboussou (2006) explica que o controle feito com agrotóxicos em colônias abundantes de pulgões pode induzir uma resistência e elevar o potencial biótico desses insetos, aumentando a fecundidade e a longevidade dos indivíduos e reduzindo o ciclo evolutivo da espécie.

3.2.2. Produção de sementes por planta

As plantas de erva-doce, tanto em cultivo solteiro como no consorciado com o algodão, mostraram capacidade produtiva muito diferente (Tabela 6), dependendo se houve ou não aplicação do inseticida Agrofós 400 ($p < 0,01$). Dessa forma, ao ser aplicado o inseticida, houve maior produção em todos os sistemas de consórcio, exceto no tratamento 1A2E (17,04g/planta); não diferindo estatisticamente do tratamento em cultivo solteiro da erva-doce, o qual apresentou os piores resultados (10,85 g/planta). Quando não houve aplicação do inseticida, as melhores respostas ocorreram com os tratamentos 1A2E, 2A1E diferindo apenas de 1A3E. Computando-se os dados médios,

denota-se que a maior produção de sementes por planta (19,72) foi oriundo do tratamento 2A1E e a menor (12,71) do ES (erva-doce solteiro). No geral, as plantas oriundas do tratamento químico produziram significativamente mais sementes.

Levando-se em consideração os tratamentos de consórcio isoladamente ($p < 0,01$), observou-se que quando a erva-doce foi plantada solteira houve uma menor produção (em média 12,71g/planta) do que nos sistemas consorciados (Tabela 4). Entre os consórcios, mesmo não havendo diferença estatística entre si, o que apresentou melhor produção de sementes foi o de 2A1E, produzindo em média 19,72 gramas de sementes por planta.

Tabela 6. Produção de sementes (g/planta) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	17,04ABa	20,27 Aa	21,59Aa	19,68Aa	10,85Ba	17,88a
Sem	19,25Aa	9,27Bb	17,86Aa	14,26ABa	14,57ABa	15,04b
Médias	18,14AB	14,77AB	19,72A	16,97AB	12,71B	
CV(%)	14,43					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 6,01; DMS linha – 8,56). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Assim como nesse estudo, Carruba *et al.* (2008) observaram aumento na produção de sementes de erva-doce quando cultivada em sistema de consórcio com o endro (*Anethum graveolens* L.); porém, no ano seguinte, ao ser instalado o mesmo experimento na mesma área, houve redução de 50% na produção de sementes; dessa forma, os autores recomendam experiências a longo prazo para testar outras técnicas de consórcio com essa espécie.

Diversos autores também observaram aumento na produção de sementes ao se adotar sistemas consorciados de cultivo. Costa e Silva (2008) obtiveram aumento de 365kg/ha de sementes de milho (*Z. Mays*) ao se adotar

sistema consorciado com o feijão (*P. vulgaris*). Crusciol e Borgui (2007) aumentaram a produção de sementes de milho de 10.048kg/ha no sistema solteiro para 10.924kg/ha, ao plantar em consórcio com braquiária (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.). Rezende *et al.* (2005) também verificou aumento significativo na produção de alface (*Lactuca sativa* L.) consorciado com pimentão (*Capsicum annuum* L.) (46.344kg/ha), em relação ao cultivo solteiro (33.077kg/ha).

Porém, existem trabalhos que comprovaram menor produção de sementes em sistema de consórcio. Paulo *et al.* (2004) verificaram que a produção de sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) caiu de 5008,8kg/ha no sistema de cultivo solteiro para 2919,9kg/ha em consórcio com o algodão (*Gossypium hirsutum* L.), e explicam este fato pela maior competição por água e nutrientes entre essas duas espécies.

O efeito da aplicação do inseticida, ao ser analisado isolado dos consórcios, foi significativo para a produção de sementes ($p < 0,05$). Observa-se que, com aplicação semanal de inseticida por dois meses, houve uma produção média de 17,88g de sementes por planta ao final dos sete meses (Tabela 4); resultados superiores aos dos tratamentos que não receberam o inseticida, que produziram em média 15,04g/planta.

Resultados semelhantes em experimentos em que foram realizados controle de pragas, foram observados por Ceccon *et al.* (2004), que constataram aumento de 2.937kg de sementes de milho por hectare ao ser aplicado o inseticida Carbofuran para o controle de *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith. Já na produção de soja com aplicação de Vitavax-Thiram a produção de sementes foi de 3.753kg/ha, enquanto que na testemunha a produção caiu para 3.133kg/ha (MESCHÉDE *et al.*, 2004). Esses resultados indicam que a produção de sementes é extremamente afetada pelas pragas, cujos danos poderão ser reduzidos com o uso de algum sistema de controle eficiente.

3.2.3. Peso de sementes e Teor de água

Os dados referentes ao peso de sementes de erva-doce e ao teor de água estão representados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente. Obteve-se efeito ($p < 0,01$) para a interação entre os consórcios e o inseticida Agrofós 400, para essas duas características. Entre as sementes que receberam inseticida, as que apresentaram maior e menor peso foram as do tratamento 1A3E (0,104g) e ES (0,092g) respectivamente.

Com relação à umidade, não houve resposta significativa para as sementes oriundas de plantas tratadas com o inseticida. Já na ausência do inseticida ($p < 0,01$), as sementes com maior umidade foram aquelas procedentes do tratamento ES, seguido do 1A3E; as plântulas provenientes do consórcio 3A1E (11,34%) não diferiram do tratamento 2A1E (12,11%). Dentre as que não receberam inseticida, o maior peso foi observado nas sementes produzidas no sistema de consórcio 1A2E (0,105g), diferindo apenas do tratamento 1A3E (0,071g); e as mais úmidas foram as provenientes do sistema de monocultivo (14,76%), não diferindo apenas do tratamento 1A3E.

Tabela 7. Peso de sementes (g) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	0,101ABa	0,104Aa	0,100ABa	0,084Ba	0,092ABa	0,096a
Sem	0,105Aa	0,071Bb	0,088ABa	0,097Aa	0,089ABa	0,090b
Médias	0,103A	0,087B	0,094AB	0,090AB	0,090AB	
CV(%)	9,81					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 0,013; DMS linha – 0,018). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Tabela 8. Teor de água (%) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	11,13Ab	11,10Ab	12,11Aa	11,34Aa	12,10Ab	11,56b
Sem	12,76Ba	13,97ABa	12,82Ba	11,05Ca	14,76Aa	13,07a
Médias	11,94BC	12,53AB	12,46AB	11,19C	13,43A	
CV(%)	5,66					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 1,00; DMS linha – 1,43). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Pode-se observar que os tratamentos de consócio exerceram influência no peso ($p < 0,05$) e no teor de água das sementes ($p < 0,01$). O tratamento 1A2E foi o que proporcionou sementes de maior peso (0,103g/50 sementes), diferindo estatisticamente apenas do tratamento 1A3E (0,087g/50 sementes). Em relação ao teor de água, a erva-doce plantada em sistema de monocultivo proporcionou os maiores resultados, em média 13,43% de umidade; não apresentando diferença significativa dos tratamentos 1A3E (12,53%) e 2A1E (12,46%). Os resultados inferiores relativos ao peso das sementes provenientes do tratamento solteiro têm possível explicação na maior capacidade de competição das plantas de erva-doce pelos recursos do meio; que para Paulo *et al.* (2004) ocorre por que as plantas de porte alto competem mais entre si por luz, água e nutrientes, do que plantadas com outras de porte baixo.

Para o armazenamento, as sementes que apresentaram melhores resultados foram as provenientes do tratamento 3A1E, que proporcionou em média os menores valores de teor de água (11,19%). Pois, para Carvalho e Nakagawa (2000), o teor de água é considerado como o mais importante fator que influencia sobre o potencial de armazenamento das sementes, sendo que na grande maioria das espécies, as sementes terão a viabilidade tanto melhor conservadas quanto mais secas estiverem.

Diferentemente da erva-doce, Araújo e Lima Neto (1999) observaram efeitos não significativos para a umidade e peso de 1000 sementes de feijão macassar (*V. unguiculata*) produzidas em sistema solteiro e consorciadas com o milho (*Zea Mays* L.). Em consórcio com o abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merrill), Oliveira e Araújo (2000) também não obtiveram efeitos significativos nas sementes de feijão (*P. vulgaris*) para essas variáveis.

Constata-se que o inseticida influenciou significativamente o peso de sementes ($p < 0,05$) e o teor de água ($p < 0,01$), pois as que receberam pulverizações semanais apresentaram maior peso (0,0096g) e menor umidade (11,56%) em relação às que receberam (0,0090g e 13,07%). Este fato pode ter ocorrido porque, ao se controlar as pragas, diminuem-se os danos às sementes, obtendo-se neste experimento, sementes mais pesadas e menos úmidas nos tratamento que receberam o inseticida.

Néris (2005) constatou que o tratamento de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) com o inseticida Imidacloprid prévio ao semeio influenciou o peso das sementes produzidas (69,23g/100 sementes) em relação à testemunha (62,23g/100 sementes). Martins *et al.* (2006) também verificaram influência significativa no peso de 1.000 sementes de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), ao utilizar Metolachlor (22,80g) em comparação ao tratamento controle (18,65g), porém não observou influência no teor de água das sementes. Em contrapartida, em pesquisa realizada com feijoeiro (*P. vulgaris*), não houve efeito significativo do inseticida Fosfamidom 500 no peso das sementes (BOIÇA JÚNIOR *et al.*, 2000).

3.2.4. Condutividade elétrica

Os resultados da condutividade elétrica estão presentes na Tabela 9, onde observa-se efeito ($p < 0,01$) dos consórcios, da presença e ausência do inseticida e da interação entre esses dois fatores. As sementes que apresentaram soluções com maior condutividade elétrica foram as provenientes dos tratamentos 1A2E e 1A3E que não receberam inseticida para controle de pragas (970 e 899,2 $\mu\text{s/cm/g}$ de sementes).

Tabela 9. Condutividade elétrica ($\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$) de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	726,3Bb	834,0ABa	925,7Aa	739,9Ba	812,2Ba	807,8b
Sem	970,6Aa	899,2ABa	785,2Cb	786,8Ca	855,4BCa	859,4a
Médias	848,5A	866,6A	856,0A	763,4B	833,8AB	
CV(%)	6,31					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 76,08; DMS linha – 108,19). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Para os tratamentos que receberam o agrotóxico, as maiores CE ocorreram com as sementes oriundas dos consórcios 2A1E e 1A3E (925,7 e 834,0 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes). Computando-se a média geral, observa-se que as sementes oriundas do consórcio 3A1E apresentaram os menores resultados (763,4 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes), apesar de não diferir das sementes produzidas na condição de cultivo solteiro - ES (833,8 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes). Dessa forma, sabe-se que a menor quantidade de eletrólitos na solução de embebição das sementes indica melhor estruturação das membranas e conseqüentemente maior vigor.

Na média geral, as sementes que não receberam o inseticida apresentaram condutividade elétrica de 859,4 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes, enquanto que as que receberam o tratamento apresentaram melhor estruturação das membranas (807,8 $\mu\text{s}/\text{cm}/\text{g}$). O teste de condutividade elétrica está baseado na relação existente entre o vigor das sementes e a integridade dos sistemas de membranas celulares (MACHADO *et al.*, 2006), que se estiverem mal estruturadas, funcionam como um indicativo de deterioração das sementes. Após dez meses de armazenamento de sementes de milho (*Z. mays*), Smiderle e Cicero (1999) verificaram maior condutividade elétrica e conseqüentemente, sementes mais deterioradas, naquelas que não receberam agrotóxicos para

controle de pragas ($68,4\mu\text{mho/cm/g}$ de sementes) em comparação àquelas que receberam 14ml de Deltametrina ($19,34\mu\text{mho/cm/g}$ de sementes). Esses dados indicam que a presença de pragas influencia diretamente o potencial fisiológico em relação à integridade física das sementes.

3.2.5. Primeira contagem e Índice de velocidade de emergência

O vigor das sementes de erva-doce produzidas, avaliado pela primeira contagem e índice de velocidade de emergência (IVE), em função dos consórcios e do inseticida Agrofós 400, está representado nas Tabelas 10 e 11, respectivamente. Para essas duas variáveis, obteve-se influência ($p < 0,01$) dos consórcios e da sua interação com o inseticida; porém isoladamente, o tratamento químico não exerceu nenhum efeito sobre o vigor das sementes. Martins *et al.* (2006) testaram vários agrotóxicos e também não verificaram nenhuma influência sobre o vigor de sementes de sorgo granífero (*S. bicolor*) avaliado pela primeira contagem.

Entre os tratamentos de consórcio que não receberam tratamento químico, o 1A3E apresentou maior resultado de primeira contagem de emergência (9,00) e de IVG (1,45) superior aos demais, não diferindo estatisticamente apenas do tratamento ES para primeira contagem (6,75) e do 3A1E para IVE (1,09). Quando houve aplicação do agrotóxico, os valores da primeira contagem no tratamento 1A3E (8,00) foram estatisticamente semelhantes aos do 3A1E (7,75) e do 1A2E (6,75). E em relação ao IVE, os tratamentos 3A1E e 1A2E apresentaram os melhores resultados (1,14 e 1,09), não diferindo dos tratamentos 1A3E (0,88) e 2A1E (0,89). Na condição de cultivo solteiro, foram observados resultados satisfatórios quando não houve a aplicação de inseticida, com valor de primeira contagem de 6,75 e valor de IVE de 1,00; já quando o inseticida foi aplicado, os resultados foram de 3,00 e 0,54, respectivamente.

Tabela 10. Primeira contagem da emergência de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	6,75Aa	8,00Aa	4,00Bb	7,75Aa	3,00Bb	5,90a
Sem	5,25BCa	9,00Aa	5,75BCa	4,00Cb	6,75ABa	6,15a
Médias	6,00B	8,50A	4,87B	5,87B	4,87B	
CV(%)	18,61					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 1,62; DMS linha – 2,30). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Tabela 11. Índice de velocidade de emergência de sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	1,09Aa	0,88ABb	0,89ABa	1,14Aa	0,54Bb	0,91a
Sem	0,86BCa	1,45Aa	0,56Cb	1,09ABa	1,00Ba	0,99a
Médias	0,98AB	1,17A	0,73B	1,12A	0,77B	
CV(%)	20,96					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 0,28; DMS linha – 0,41). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

O consórcio que apresentou os melhores resultados foi o 1A3E, com valores de primeira contagem de emergência de 8,50, sendo diferente estatisticamente dos demais; e de IVG de 1,17, que diferiu apenas dos tratamentos ES (0,77) e 2A1E (0,73).

Também foram verificadas influências significativas na primeira contagem de emergência de sementes de milho (*Z. mays*) produzidas em

consórcio com mucuna preta (*Schyzolobium aterrimum* Piper et Tracy), obtendo-se aumento de 20,7% em relação ao cultivo solteiro. Já em sementes de feijão macassar (*V. unguiculata*) provenientes de plantas consorciadas com milho (*Z. mays*) não foram observadas diferenças significativas para essa variável (ARAÚJO e LIMA NETO, 1999).

3.2.6. Comprimento e massa seca de plântulas

O comprimento e a massa seca das plântulas provenientes de sementes produzidas nos sistemas de consórcio e com aplicação de inseticida estão representados nas Tabelas 12 e 13. Analisando-se os dados relativos ao comprimento de plântulas não observa-se efeitos dos consórcios, e sim do inseticida e da interação entre os dois fatores ($p < 0,01$). Os dados da massa seca de plântulas mostram influência do inseticida ($p < 0,05$) e dos consórcios; e da interação ($p < 0,01$) sobre o vigor avaliado pelo comprimento de plântulas.

Assim como para a característica primeira contagem de emergência, o consórcio 1A3E proporcionou o maior vigor, avaliado pelo comprimento e pela massa seca das plântulas, tanto quando utilizou-se inseticida (11,59cm e 0,069g), como quando não foi feito este tratamento (13,00cm e 0,074g). Porém, sem o tratamento com o agrotóxico, este consórcio diferiu estatisticamente apenas do 3A1E (10,72cm) para o comprimento de plântulas e dos tratamentos 2A1E (0,038g) e 3A1E (0,036g) para a massa seca das plântulas. Quando foi realizado tratamento químico, não houve diferença significativa entre os tratamentos de consórcio para a variável comprimento de plântulas. No tocante a massa seca de plântulas, os piores resultados ocorreram com as sementes dos tratamentos: erva-doce solteira (0,022g), e 1A2E (0,040g).

Independentemente do sistema de cultura, houve influência do inseticida sobre o comprimento das plântulas, que apresentaram 12,26cm quando não receberam o tratamento e 11,33cm, quando receberam. As plântulas provenientes das sementes produzidas com o agrotóxico apresentaram maior massa seca (0,047g), em comparação às não tratadas (0,054g).

Tabela 12. Comprimento de plântulas (cm) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	11,70Aa	11,59Aa	11,13Ab	11,41Aa	10,83Ab	11,33b
Sem	10,81Ba	13,00Aa	13,17Aa	10,72Cb	13,60Aa	12,26a
Médias	11,25A	12,29A	12,15A	11,06A	12,21A	
CV(%)	8,94					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 1,52; DMS linha – 2,16). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Tabela 13. Massa seca de plântulas (g) de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

Inseticida	Consórcios					Médias
	1A2E	1A3E	2A1E	3A1E	ES	
Com	0,040BCb	0,069Aa	0,055ABa	0,051ABa	0,022Cb	0,047b
Sem	0,067Aa	0,074Aa	0,038BCb	0,036Cb	0,057ABa	0,054a
Médias	0,053B	0,071A	0,046B	0,044B	0,039B	
CV(%)	19,03					

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (DMS coluna – 0,014; DMS linha – 0,020). 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 1A3E – uma fileira de algodão e três de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; 3A1E – três fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Estudos sobre o vigor são importantes para a agricultura, pois permitem a obtenção de estimativas do potencial fisiológico das sementes, identificando diferenças não detectadas no teste de germinação. Além disso, muitas vezes o teste de germinação apresenta limitações quanto à diferenciação de (CUSTÓDIO, 2005). Além dos efeitos sobre o vigor observados nas sementes de erva-doce testadas, os sistemas de consórcios também influenciam o teor de substâncias produzidas pela semente. Viana (2007) constatou que os

sistemas de consórcio com espécies agrícolas também favorece a produção de proteínas nas sementes de soja.

O maior comprimento e a maior quantidade de massa seca, observados nas plântulas, quando não aplicou-se o inseticida, indica que este agrotóxico causa redução no vigor, que para Domelas (2006), ocorre devido ao fato de as sementes menos vigorosas originarem plântulas com menor taxa de crescimento, em função de apresentarem menor capacidade de translocação de suas reservas e, conseqüentemente, da menor assimilação destas pelo eixo embrionário. As alterações no vigor, observadas neste experimento, também podem ser explicadas pela influência direta dos produtos químicos sobre a fisiologia; que segundo Chaboussou (2006) afeta a estrutura, reprodução, metabolismo e crescimento da planta.

4. CONCLUSÕES

- As sementes de *F. vulgare* com coloração do tegumento marrom apresentam qualidade fisiológica e produção mais elevadas, indicando que após sete meses depois do transplante das mudas para o campo, a maioria das sementes já mostravam-se visualmente aptas para a colheita;
- As plantas cultivadas no sistema de uma fileira de algodão consorciada com três de erva-doce produzem sementes com maior vigor, quando comparadas ao sistema solteiro;
- A capacidade de produção das plantas é favorecida pelos consórcios e pela utilização do inseticida Agrofós 400;
- O consórcio duas fileiras de algodão e uma de erva-doce proporciona maior produtividade de sementes de erva-doce, porém com redução do vigor fisiológico;
- A qualidade fisiológica das sementes é beneficiada pelo uso do inseticida, mostrando que a incidência de pragas diminui a emergência e o vigor das sementes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I. B.; PERECIN, D.; KAGEYAMA, P. Y. Maturação fisiológica de sementes de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. IPEF. Piracicaba. n. 38. p. 41-49, 1988.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

ARAÚJO, E.; LIMA NETO, L. E. de. Qualidade de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) produzidas em sistemas de cultivo isolado e em consórcio com o milho (*Zea mays* L.). **Agropecuária Técnica**. Areia. v. 20. n. 2. p. 39-43, 1999.

BARAZANI, O.; COHEN, Y.; FAIT, A.; DIMINSHTEIN, S.; DUDAI, N.; RAVID, U.; PUTIEVSKY, E.; FRIEDMAN, J. Chemotypic differentiation in indigenous populations of *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* in Israel. **Biochemical Systems Ecological**. Inglaterra. v. 30. n. 8. p. 721-731, 2002.

BELTRÃO, N. E. de M.; MELO, F. de B.; CARDOSO, G. D.; SILVEIRA, L. S. **Mamona: árvore do conhecimento e sistemas de produção para o semi-árido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003.

BERNATH, J.; NEMETH, E.; KATTAA, A.; HETHELYI, E. Morphological and chemical evaluation of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations of different origin. **Journal of essential oil research**. Elsevier. v. 8. n. 3. p. 247-253, 1996.

BOIÇA JÚNIOR, A. L.; MUÇOUÇA, M. J.; SANTOS, T. M. dos; BAUMGARTNER, J. G. Efeito de cultivares de feijoeiro, adubação e inseticidas sobre *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore, 1957) e *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889). **Acta Scientiarum**. Maringá. n. 22. v. 4. p. 955-961, 2000.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.

CARRUBBA, A.; LA TORRE, R.; SAIANO, F.; AIELLO, P. Sustainable production of fennel and dill by intercropping. **EDP Sciences**. France. v. 28. n. 2. p. 247-256, 2008.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. 4ª edição. Funep: Jaboticabal, 2000.

CECCON, G.; RAGA, A.; DUARTE, A. P.; SILOTO, R. C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. **Bragantia**. Campinas. v. 63. n. 2. p. 227-237, 2004.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. São Paulo: Expressão popular, 2006.

CHOI, E. M.; HWANG, J. K. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. **Fitoterapia**. Amsterdam. v. 75. n. 6. p. 557-565. 2004.

CORVELLO, W. B. V.; VILLELA, F. A.; NEDEL, J. L.; PESKR, S. T. Época de colheita e armazenamento de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. vol. 21. n. 2. p. 28-34, 1999.

COSTA, A.; S.; V. da; SILVA, M. B. da. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**. Lavras. v. 32. n. 2. p. 663-667, 2008.

COSTA, R. F. da; ARAÚJO, E. Influência de sistemas de cultivo e do beneficiamento sobre a qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) armazenadas. **Agropecuária Técnica**. Areia. v. 22. n. 1/2. p. 27-32, 2001.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**. Passo Fundo. Ano 16. n. 100. p. 10-14, 2007.

CURADO, F. F.; NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M. de; OLIVEIRA, I. R.; RODRIGUES, R. F. de A. **Experimentação participativa na produção de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) em bases ecológicas no agreste sergipano**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

CUSTÓDIO, C. C. Testes rápidos para avaliação do vigor de sementes: uma revisão. **Colloquium Agrariae**. v. 1. n. 1. p. 29-41, 2005.

DIAS, D. C. F. Maturação de Sementes. **Seed News**. Pelotas. v. 5. n. 6. p. 22-24, 2001.

DORNELAS, C. S. M. Diagnóstico da qualidade sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) na Paraíba. 92f. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

FREITAS, R. A. de; NASCIMENTO, W. M.; COIMBRA, K. das G. Maturação e qualidade de sementes de repolho de verão sob condições tropicais. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 25. n. 4. p. 586-589, 2007.

GUIMARÃES, D. M.; BARBOSA, J. M. Coloração dos Frutos como índice de Maturação para sementes de *Machaerium brasiliensis* Vogel (Leguminosae-Fabaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 567-569, 2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia – processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed.Universidade/UFRGS, 2001.

HIRANO, E.; POSSAMAI, E. Estádio de maturação do fruto e germinação de sementes de três espécies de Lauraceae. **Scientia Agrária**. Curitiba. v. 9. n. 2. p. 219-223, 2008.

LAGO, A. A. do; CAMARGO, O. B. de A.; SAVY FILHO, A.; MAEDA, J. A. Maturação e produção de sementes de gergelim cultivar IAC-China. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 36. n. 2. p. 363-369, 2001.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. de L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande. v. 6. n. 2. p. 20-35, 2006.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2ª edição. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008.

MACHADO, R. F.; BARROS, A. C. S. A.; ZIMMER, P. D.; AMARAL, A. S. Reflexos do mecanismo de ação de herbicidas na qualidade fisiológica de sementes e na atividade enzimática em plântulas de arroz. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 28. n. 3. p. 151-160, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**. Madson. v. 2. p. 176-177. 1962.

MARTINS, C. C.; NAKAGAWA, J.; MARTINS, D. Seletividade de herbicidas sobre a produtividade e a qualidade de sementes de sorgo granífero. **Agropecuária Técnica**. Areia. v. 27. n. 1. p.37-42, 2006.

MARTINS, D.; MARTINS, C. C.; CARBONARI, C. A.; TERRA, M. A. Qualidade fisiológica de sementes de leiteiro (*Peschiera fuchsiaefolia*) em função do estágio de maturação dos frutos. **Planta Daninha**. Viçosa. v. 22. n. 4. p. 539-544, 2004.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, C. de; MORAIS, F. de; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. de. **Diagnóstico do município de Montadas, estado da Paraíba**. Recife: Serviço geológico do Brasil, 2005.

MESCHEDE, D. K.; BRACCINI, A. de L. e; BRACCINI, M. do C. L.; SCAPIM, C. A.; SCHUAB, S. R. P. Rendimento, teor de proteínas nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientia Agronomica**. Maringá. v. 26. n. 2. p. 139-145, 2004.

NÉRIS, C. N. Cultivares, espaçamentos e modos de aplicação de inseticidas sobre a população do tripses do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton

(Thysanoptera:Thripidae) e seus reflexos na produção do amendoizeiro. 2005. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) – Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira, Unesp, Ilha Solteira.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M., OLIVEIRA, I. R.; CURADO, F. F.; SOUZA, I. M.; SANTOS, J. R.; TAVARES, F. de A.; GOUVEIA, R. F. Introdução de tecnologias agroecológicas no sistema de produção de erva-doce em Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre. v. 2. n. 2. p. 743-746, 2007.

OLIVEIRA, E. F. de; ARAÚJO, E. Qualidade fisiológica e sanitária (microflora) de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) produzidas em monocultivo com o abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merril). **Agropecuária Técnica**. v. 21. n. 1/2. p. 45-49, 2000.

OLIVEIRA, W. F. de; PIMENTEL, D. M.; ALBERNAZ, R. S.; MACHADO, L. A.; BATISTA, R. G.; RAMALHO, V. Efeito de produtos fitossanitários no tratamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) visando ao controle de *Pyricularia grisea*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia. v. 31. n. 1. p. 43-46, 2001.

PÁDUA, G. P. de. Retenção de clorofila e seus efeitos sobre a qualidade fisiológica de semente de soja. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PAULO, E. M.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; KASAI, F. S. Comportamento do cafeeiro Apoatã em consórcio com culturas anuais. **Bragantia**. Campinas. v. 63. n. 2. p. 275-281, 2004.

PIMENOV, M. G., LEONOV, M. V. The Asian Umbelliferae biodiversity database (Asium) with particular reference to south-west Asian taxa. **Botanical Garden**. Moscow. v. 28. p. 139-145, 2004.

REZENDE, B. L. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MARTINS, M. I. E. G.; COSTA, C. C. FELTRIM, A. L. Viabilidade econômica das culturas de pimentão, repolho, alface, rabanete e rúcula em cultivo consorciado, na primavera-verão, jabotical,

estado de São Paulo. **Informações Econômicas**. São Paulo. v. 35. n. 3. p. 22-37, 2005.

RODRIGUES, A. P. A. C.; PIANA, C. F. de B. PESKE, S. T.; LUCCA FILHO, O. A.; VILLELA, F. A. Produção de sementes de cebola em sistemas convencional e de transição agroecológica. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 29. n. 3. p. 97-110, 2007.

ROSSETO, C. A. V.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de canola (*Brassica napus* L.) var. *oleifera* Metzg. em função da coloração do tegumento, durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 22. n. 1, p. 31-37, 2000.

SILVA, T. T. de A. Conservação de sementes de citrumelo "Swingle" colhidas em diferentes estádios de maturação e submetidas a tratamentos fungicidas. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 56. n. 4. p. 1245-1254, 1999.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 2004.

SIQUEIRA, S. L. de; KRUSE, M. H. L. Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. **Revista da escola Enfermagem**. São Paulo. v. 42. n. 3. p. 584-590, 2008

SOUZA JÚNIOR, C. N.; BERNARDO, V.; BARBOSA, J. M.; CASTAN, G. S.; MENEGUCCI, Z. dos R. H. Coloração dos frutos como indicador de maturação de sementes de araçarana (*Calypthrantes clusiifolia* (Miq.) O. Berg). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 1131-1133, 2007.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D. C.; MENEZES, N. L. DE; MUNIZ, M. F. B.; WRASSE, C. F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 28. n. 2. p.135-141, 2006.

TORRES, S. B. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de erva-doce. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 26. n. 2. p. 20-24, 2004.

VIANA, J. S. Cultivares e sistemas de cultivo de soja-verde em Areia – PB. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

VIEIRA, O. V. V. Ponto de maturação ideal para colheita do girassol visando alta qualidade da semente. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

WAGNER JÚNIOR, A; PIMENTEL, L. D.; NEGREIROS, J. R. da S.; ALEXANDRE, R. S.; MORGADO, M. A. D.; SILVA, J. O. da C. e; BRUCKNER, C. H. Influência do estágio de maturação dos frutos e do substrato na formação de *seedlings* de três cultivares de pessegueiro. **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas. v. 12. n. 2. p. 221-225, 2006.

ZORATO, M. de F. O reflexo da presença de sementes esverdeadas na qualidade fisiológica em soja. Tese (**Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes**) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

CAPÍTULO 4

VARIAÇÃO MORFOANATÔMICA DE PLÂNTULAS DE *Foeniculum vulgare* Mill. PROVENIENTES DE SISTEMAS DE CONSÓRCIO E DE INSETICIDA

RESUMO

A espécie *Foeniculum vulgare* Mill., pertencente à família Apiacea, é conhecida como erva-doce e apresenta grande importância medicinal e comercial, tanto no Brasil como em vários outros países. Ela representa uma importante fonte de renda para agricultores de todo o país, que muitas vezes, implementam técnicas com o intuito de melhorar a qualidade e a produtividade, mesmo sem conhecer os efeitos sobre as sementes e as futuras plântulas. Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa, estudar a morfoanatomia de plântulas de *F. vulgare*, oriundas de sementes produzidas em sistemas de consórcio erva-doce X algodão e da aplicação do inseticida Agrofós 400. A erva-doce foi cultivada em consórcio com algodão colorido cultivar BRS Safira, sendo utilizados os seguintes tratamentos para a análise morfoanatômica: 1A2E, uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E, duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES, erva-doce solteira; onde foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando seis tratamentos. De cada tratamento, as sementes coletadas foram semeadas em areia e mantidas em casa de vegetação por 25 dias. Partes das plântulas (raiz, zona de transição, caule, cotilédones e primeiras folhas) foram selecionadas para análises morfológicas, realizadas com auxílio de estereomicroscópio e régua graduada em centímetros; e anatômicas, onde o material foi seccionado à mão livre, corado e montado em lâminas com glicerina para observação em microscópio. Foram avaliadas as seguintes características morfológicas e anatômicas: comprimento dos órgãos da plântula; diâmetro da raiz e do caule; espessura do limbo cotiledonar e foliar; espessura da epiderme e da cutícula; número de estômatos; diâmetro polar e equatorial dos estômatos; número de cloroplastos nas células-guarda; número de grãos de amido nos cotilédones e nas folhas. Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado e distribuídos em arranjo fatorial 3X2; sendo realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade. As plântulas de erva-doce tiveram seu comprimento aumentado, em todos os órgãos analisados, pelo consórcio 1A2E; porém o inseticida melhorou os resultados dessa característica apenas na raiz e nos cotilédones. A folha e o cotilédone tiveram a espessura da epiderme e a cutícula diminuída pelo cultivo consorciado, já o inseticida, influenciou positivamente essas características apenas na folha. Na zona de transição e no caule observou-se aumento do número e do diâmetro polar dos estômatos quando foram utilizados sistemas de consórcio. Nos cotilédones, a erva-doce solteira proporcionou menor número de grãos de amido e maior de estômatos, porém com menor diâmetro e com menor quantidade de cloroplastos, em comparação com os sistemas consorciados. Já na folha, os consórcios influenciaram positivamente o número de estômatos, de cloroplastos e de grãos de amido. De forma geral, os sistemas de consórcio e o inseticida influenciaram positivamente as características morfoanatômicas das plântulas.

Palavras-chave: cutícula, erva-doce, estômatos, germinação, qualidade.

1. INTRODUÇÃO

A erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) é uma cultura de grande importância medicinal e comercial, tanto no Brasil como em vários outros países. Ela representa uma importante fonte de renda para agricultores de todo o país, que muitas vezes, não têm acesso a informações que possam auxiliar numa maior produtividade e qualidade dos produtos.

Sistemas de consórcios têm sido utilizados para melhorar a qualidade das sementes de erva-doce, com o intuito de promover alta capacidade fotossintética (ALTIERI, 2000; GLIESSMAN, 2001) e reduzir as perdas de produção decorrentes das irregularidades climáticas (NUNES *et al.* 2007). Porém, a erva-doce normalmente apresenta grandes infestações por pulgão (LIRA e BATISTA, 2006), o que induz a utilização de inseticidas. Porém, os produtos químicos podem ficar contidos nos tecidos vegetais, principalmente nas sementes e plantas jovens, e influenciar a estrutura, reprodução, metabolismo e crescimento (CHABOUSSOU, 2006) e, possivelmente, ser passados para as gerações futuras.

Estudos de morfologia e anatomia vegetal têm se constituído numa importante estratégia para determinar a qualidade de grandes culturas produzidas sob os mais diferentes sistemas, que visam aumentar o rendimento sem reduzir a qualidade (MORAES-DALLAQUA *et al.*, 2000; LEAL-COSTA *et al.*, 2008; SANTOS *et al.*, 2005). Pesquisas de morfoanatomia, especialmente com plântulas por estarem no período mais crítico da vida da planta (CRESTANA e BELTRATI, 1988), tentam mostrar os efeitos que o ambiente e os outros fatores bióticos e abióticos do meio exercem sobre esses indivíduos (CEOLIN *et al.*, 2007; NERY *et al.*, 2007; MODESTO *et al.*, 1996; BREDEMEIER *et al.*, 2001). Assim como trabalhos para observar a influência que agrotóxicos e insumos agrícolas exercem sobre a estrutura de várias espécies, que têm o intuito de verificar a toxicidade destes produtos sobre a fisiologia e o desenvolvimento dos vegetais (MARTINS e CASTRO, 1999; CASTRO *et al.*, 2005; NEGRISOLI *et al.*, 2004).

Por esses motivos, é necessário observar como os sistemas consorciados e os produtos fitossanitários podem influenciar as características fisiológicas e anatômicas tanto da própria planta tratada, como das futuras plântulas derivadas das sementes produzidas sob esses tratamentos.

Dessa forma, objetivou-se com esta pesquisa, estudar a morfoanatomia de plântulas de *F. vulgare* oriundas de sementes produzidas em sistemas de consórcio erva-doce X algodão e da aplicação do inseticida Agrofós 400.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fase de campo

A pesquisa de campo foi conduzida na fazenda Boa Sorte, município de Montadas, na Paraíba; que apresenta altitude variando entre 650 a 1000 metros (MASCARENHAS *et al.*, 2005), latitude sul de 7° 08' 26" e longitude oeste de 35° 54' 46", com temperatura média anual em torno de 24°C e clima semi-árido, pouco úmido.

Foram transplantadas mudas de erva-doce, cultivar Esperança, com 45 dias após a sementeira, em sistemas de consórcio com algodão colorido, cultivar BRS Safira. Foram cultivadas linhas de 8m, com 0,80m entre as fileiras e 0,30m entre as plantas. O arranjo das plantas no sistema de consórcio foi representado por cinco tratamentos (Figura 1). A partir da terceira semana após o transplante das mudas, e durante dois meses foram feitas aplicações semanais do inseticida Agrofós 400 (princípio ativo monocrotofós) nos respectivos tratamentos indicados na Figura 2.

No campo, o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x2, representados por cinco tratamentos de consórcio (Figura 1), com e sem aplicação de inseticida (Figura 2). Os cinco tratamentos foram representados por: 1, uma fileira de algodão consorciada com duas fileiras de erva-doce (a); 2, uma fileira de algodão consorciada com três fileiras de erva-doce (b); 3, duas fileiras de algodão consorciadas com uma fileira de erva-doce (c); 4, três fileiras de algodão consorciadas com uma fileira de erva-doce (d); e 5, erva-doce solteira (e). Os cinco tratamentos foram distribuídos com e sem aplicação de inseticida, totalizando assim, 10 tratamentos distribuídos aleatoriamente em 4 repetições. A distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais está representada na Figura 2.

Foram selecionados seis tratamentos para comparação: (a), com e sem inseticida; (b), com e sem inseticida; e (e), com e sem inseticida. A colheita dos

frutos de erva-doce foi feita no dia 5 de novembro de 2007, onde foram selecionadas cinco plantas ao acaso, de cada tratamento, nas quais tiveram todas as umbelas retiradas manualmente.

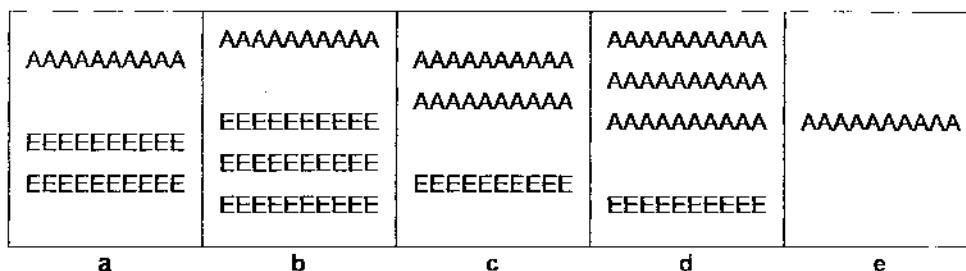


Figura 1. Arranjo das plantas de erva-doce e algodão colorido cv. BRS Safira como culturas solteiras e consorciadas.

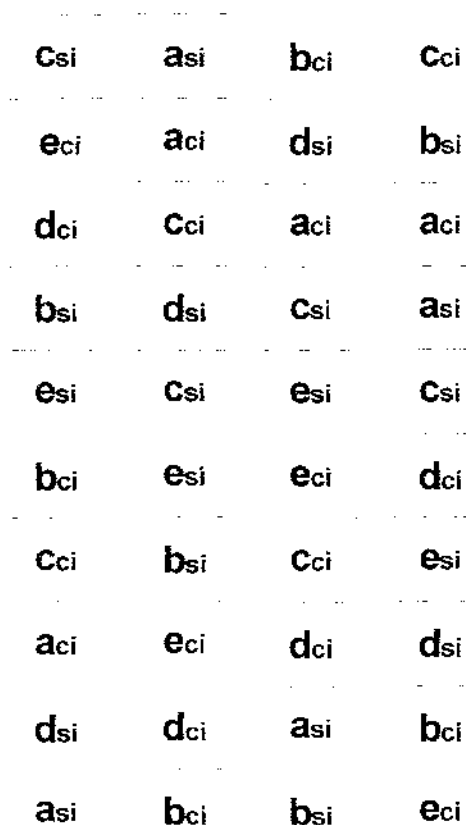


Figura 2. Distribuição dos tratamentos nas unidades experimentais, no campo. **a** – 1A2E - uma fileira de algodão e duas de erva-doce; **b** – 1A3E - uma fileira de algodão e três de erva-doce; **c** – 2A1E - duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; **d** – 3A1E - três fileiras de algodão e uma de erva-doce; **e** – ES - erva-doce solteira; **si** – sem inseticida; **ci** – com inseticida.

2.2. Fase de laboratório

A fase de laboratório foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, em Areia – PB, de março de 2007 a agosto de 2008. Inicialmente, as sementes dos tratamentos selecionados foram retiradas das umbelas, beneficiadas e homogeneizadas.

Cerca de 50 sementes de cada tratamento foram semeadas, a 1cm de profundidade, em bandejas plásticas contendo o substrato areia, umedecida a 60% de sua capacidade de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 1992).

As bandejas foram mantidas em casa de vegetação por 25 dias (Figura 3), sendo realizadas regas para a manutenção da umidade. Foram selecionadas plântulas normais e de padrão uniformes, com 25 dias, para as análises microscópicas e macroscópicas realizadas com material *in vivo* e conservado em álcool a 70%. Foram consideradas normais aquelas plântulas que apresentaram características condizentes com as prescritas pelas RAS (BRASIL, 1992).



Figura 3. Semeadura nas bandejas para desenvolvimento das plântulas. **a.** identificação e organização das bandejas. **b.** instalação das bandejas aleatoriamente na casa de vegetação.

Foram avaliadas as seguintes características morfológicas e anatômicas: comprimento dos órgãos da plântula; diâmetro da raiz e do caule; espessura do limbo cotiledonar e foliar; espessura da epiderme e da cutícula; número de estômatos; diâmetro polar e equatorial dos estômatos; número de cloroplastos nas células-guarda; número de grãos de amido nos cotilédones e nas folhas.

As medidas morfológicas foram realizadas com auxílio de paquímetro digital e régua graduada.

O material selecionado para as análises anatômicas foi seccionado, transversal e longitudinalmente, à mão livre com lâmina de barbear, utilizando-se pecíolo de embaúba como suporte e hipoclorito de sódio a 1%. Foram usados, nas análises de algumas secções, os corantes safranina a 10%, azul de metileno a 10% e o reagente para amido lugol. O material foi montado em lâminas semi-permanentes, com glicerina, e observado em fotomicroscópio.

A epiderme e a cutícula foram medidas com lâmina milimetrada, que também foi utilizada para contagem dos estômatos e dos grãos de amido nos cotilédones e nas folhas, que foram feitas a partir de secções transversais e usando-se como base $10\mu m^2$. Já os cloroplastos foram contados fazendo-se uma média dos cloroplastos encontrados nas células-guarda de cinco estômatos. A epiderme, a cutícula e os estômatos foram medidos em fotomicroscópio utilizando-se, também, lâmina milimetrada.

Todas as análises foram realizadas com quatro plântulas, onde cada uma representou uma repetição (calculada pela média de cinco medições ou contagens de diferentes secções).

O esquema com a representação do local das secções e das medições realizados em cada órgão está representado na Figura 4.



Figura 4. Localização das secções e das medições em cada órgão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Morfologia

Os dados referentes ao comprimento da raiz, caule, cotilédones e primeiras folhas das plântulas de erva-doce, em função dos tratamentos de consórcio com algodão cv. BRS Safira e inseticida Agrofós 400 durante a produção das sementes, estão representados na Tabela 1.

Tabela 1. Comprimento (cm) da raiz, caule, cotilédones e primeiras folhas de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Raiz	Com	17,75Aa	16,32Bb	14,62Ca	16,23a
	Sem	18,22Aa	17,40Aa	9,42Bb	15,01b
	Médias	17,98A	16,86B	12,02C	
	CV(%)	4,47			
Caule	Com	7,87Aa	6,17Ba	5,65Bb	6,56a
	Sem	6,80Ab	5,55Ba	6,57ABa	6,30a
	Médias	7,33A	5,86B	6,11B	
	CV(%)	9,00			
Cotilédone	Com	5,25	4,17	4,30	4,57a
	Sem	4,32	3,87	3,92	4,04b
	Médias	4,78A	4,02B	4,11AB	
	CV(%)	12,94			
Folha	Com	2,37Aa	1,52Bb	2,22Aa	2,04a
	Sem	2,00Ab	1,97Aa	1,97Aa	1,98a
	Médias	2,18A	1,75B	2,10A	
	CV(%)	11,21			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

O consórcio 1A2E foi o que proporcionou os melhores resultados em todos os órgãos quando comparados aos demais tratamentos; apresentando crescimento de 17,98cm da raiz ($p<0,01$), 7,33cm do caule ($p<0,01$), 4,78cm do cotilédone ($p<0,05$) e 2,18cm da folha ($p<0,01$). No cotilédone e na folha, o desenvolvimento também foi satisfatório quando a erva-doce foi plantada solteira (4,11 e 2,10cm, respectivamente), não diferindo estatisticamente do 1A2E; exceto no crescimento da raiz, apresentando péssimos resultados (12,02cm).

Independentemente dos consórcios, o inseticida influenciou apenas no crescimento da raiz ($p<0,01$) e do cotilédone ($p<0,05$); causando maior desenvolvimento, quando comparado às sementes não tratadas. As raízes das plântulas oriundas das sementes que receberam o inseticida durante a sua produção cresceram em média 16,23cm, enquanto que nas demais o crescimento foi de cerca de 15,01cm. Os cotilédones apresentaram o mesmo comportamento; quando houve aplicação do agrotóxico, se desenvolveram em média 4,57cm, e quando não houve, 4,04cm. Mesmo não diferindo significativamente, observou-se que o caule e a folha apresentaram valores maiores quando foi feito o tratamento químico.

Nos tratamentos de consórcios e inseticida, não foram observados resultados significativos no comprimento dos cotilédones das plântulas. Nos tratamentos que receberam aplicação do inseticida, observou-se melhores resultados dos consórcios 1A2E, com maior crescimento da raiz (17,75cm), do caule (7,87cm) e da folha (2,37cm); 2A1E, do caule (6,17cm); e da erva-doce solteira, com melhor desenvolvimento da raiz (14,62cm) e da folha (2,22cm). Já sem o tratamento químico, observou-se bons resultados do 2A1E no crescimento, tanto da raiz (17,40cm), como do caule (5,55cm) e da folha (1,97cm).

A Tabela 2 mostra que as raízes das plântulas tiveram o diâmetro aumentado pelo uso do inseticida durante a produção das sementes ($p<0,01$), com desenvolvimento de 58,5 μ m quando houve o tratamento e de 54,2 μ m, quando não houve. Porém não observou-se efeito significativo dos consórcios e nem da interação entre esses dois fatores, para o diâmetro da raiz. O caule não teve seu diâmetro influenciado pelo agrotóxico, e sim, pelos consórcios

($p < 0,01$), sendo que o tratamento 2A1E proporcionou maior diâmetro ($71,6\mu m$), em comparação com a erva-doce solteira ($65,1\mu m$) e com o 1A2E ($66,3\mu m$). A interação entre o inseticida e os consórcios também causou efeito altamente significativo no diâmetro do caule das plântulas. Ao ser usado o tratamento químico, a erva-doce solteira proporcionou bons resultados ($69,7\mu m$), em relação aos tratamentos 1A2E ($63,0\mu m$) e 2A1E ($68,2\mu m$). Porém quando não foi aplicado o agrotóxico nas plantas que produziram as sementes, aconteceu o inverso; os tratamentos 1A2E ($69,7\mu m$) e 2A1E ($75,0\mu m$) foram melhores que a erva-doce plantada em sistema de monocultivo ($60,5\mu m$).

Tabela 2. Diâmetro da raiz e do caule (μm) de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

		Consórcios				
		Inseticida	1A2E	2A1E	ES	Médias
Raiz	Com		56,2	58,2	61,2	58,5a
	Sem		55,2	55,0	52,5	54,2b
	Médias		55,7A	56,6A	56,8A	
	CV(%)		5,44			
Caule	Com		63,0Bb	68,2Ab	69,7Aa	67,0a
	Sem		69,7Ba	75,0Aa	60,5Cb	68,4a
	Médias		66,3B	71,6A	65,1B	
	CV(%)		3,01			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

As análises da espessura do limbo cotiledonar e foliar estão representadas na Tabela 3. O inseticida não causou nenhum efeito sobre a espessura do limbo do cotilédone, porém influenciou negativamente o desenvolvimento da folha em espessura ($p < 0,01$). Quando foi realizado o tratamento químico, as folhas da plântula apresentaram espessura média de $18,6\mu m$, e quando não foi, a espessura observada foi de $20,8\mu m$.

Tabela 3. Espessura do limbo cotiledonar e foliar (μm) de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

		Consórcios				
		Inseticida	1A2E	2A1E	ES	Médias
Cotilédone	Com		27,7Aa	30,0Aa	27,2Aa	28,3a
	Sem		29,5Aa	26,0Bb	27,5ABa	27,6a
	Médias		28,6A	28,0A	27,3A	
	CV(%)		6,04			
Folha	Com		16,5Bb	22,0Aa	17,5Bb	18,6b
	Sem		22,2Aa	19,5Bb	20,7ABa	20,8a
	Médias		19,3A	20,7A	19,1A	
	CV(%)		7,21			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Isoladamente, os consórcios parecem não influenciar a espessura do limbo cotiledonar e foliar, embora tenha sido observado um efeito altamente significativo da interação entre esses dois fatores. No cotilédone, houve maior desenvolvimento da espessura nos consórcios 1A2E e ES quando não foi feito o tratamento químico ($29,5\mu\text{m}$ e $27,5\mu\text{m}$), porém quando foi aplicado o inseticida, não houve diferença entre os sistemas de consórcio. No tratamento 2A1E, o inseticida influenciou positivamente o desenvolvimento do limbo cotiledonar ($30,0\mu\text{m}$). Já nas folhas, observou-se os melhores resultados nos tratamentos 1A2E ($22,2\mu\text{m}$) e ES ($20,7\mu\text{m}$), sem o uso do agrotóxico, e 2A1E ($22,0\mu\text{m}$), quando foi feito o tratamento químico.

De uma forma geral, quando duas fileiras de erva-doce foram consorciadas com uma de algodão cv. BRS Safira foram observados os melhores comprimentos em todos os órgãos da plântula de erva-doce. A determinação do comprimento das plântulas é um dos testes realizados em análises de sementes, com o intuito de determinar o vigor fisiológico dessas sementes (BRASIL, 1992). Moura (2007) também observou aumento da raiz da plântula de erva-doce quando utilizou o sistema de consórcio com batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cv. Rainha Branca durante a produção das

sementes, com comprimento de aproximadamente 17,2cm, já em cultivo solteiro houve crescimento até 14,5cm. O maior comprimento da raiz de plântulas provenientes de sementes produzidas em sistemas de consórcios também foi comprovado por Viana (2007), ao estudar o comportamento fisiológico da soja verde (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Pirarara em consórcio com o milho (*Zea mays* L.), onde houve crescimento significativo da raiz (17,9cm) em comparação do monocultivo (14,6cm).

Os efeitos positivos dos consórcios no diâmetro e no comprimento do caule das plântulas, possivelmente ocorreram, devido à menor competição pelos recursos do meio entre as plantas consorciadas, durante a produção das sementes (PAULUS *et al.*, 2000); que originaram plântulas com maior capacidade de translocação de substâncias. A passagem dos nutrientes ocorre através do caule, que leva as substâncias da raiz para a parte aérea das plântulas (ESAU, 1977). Dessa forma, plântulas com caules mais desenvolvidos no sentido radial são mais vigorosas (FRAZÃO *et al.*, 1984) e, conseqüentemente, apresentam maior capacidade de transporte da água e de outros compostos, facilitando assim o desenvolvimento da função fotossintética.

De maneira geral, pôde-se observar um maior comprimento de todos os órgãos das plântulas quando foi utilizado o inseticida na produção das sementes; o que pode ter ocorrido devido ao controle de incidência dos pulgões, indicando que este agrotóxico foi eficiente no seu combate. Para Curado *et al.* (2007), o pulgão é a principal praga da erva-doce, causando enormes prejuízos aos agricultores, tanto pela redução da produção das sementes, como pela diminuição do vigor. Sementes menos vigorosas originam plântulas com menor taxa de crescimento e com redução de biomassa (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000), que para Dornelas (2006), ocorre em função de apresentarem menor capacidade de translocação de suas reservas e da menor assimilação destas pelo eixo embrionário. Conseqüentemente, com o desenvolvimento comprometido pelo ataque dos pulgões durante a produção das sementes, é bem provável que esses indivíduos, os não tratados quimicamente, cresçam com deficiências fisiológicas.

A raiz e os cotilédones das plântulas foram os órgãos que apresentaram maior taxa de crescimento em função do produto químico, o que pode contribuir consideravelmente para o desenvolvimento até a planta adulta; já que, para Crestana e Beltrati (1988) essa é uma fase extremamente crítica do desenvolvimento do vegetal. Além disso, a raiz também teve seu crescimento influenciado pelo consórcio, sendo o responsável pela absorção de água e nutrientes do solo, especialmente nessa fase; e uma raiz mal formada pode resultar em redução de suas funções, causando sérios prejuízos ao crescimento da planta. A raiz também apresentou diâmetro aumentado, com o uso do inseticida; porém este é um efeito negativo, pois para Nielsen e Barber (1978) o aumento no diâmetro radicular causa diminuição dos efeitos tônicos, com pior absorção dos nutrientes com pouca mobilidade no solo.

A diminuição dos cotilédones, observado nos tratamentos que não se utilizou o inseticida e no consórcio 2A1E, também pode afetar o metabolismo, pois, além de apresentar função fotossintética (ESAU, 1977), segundo Cabral *et al.* (2004), essas estruturas são importantes fontes de energia e uma das responsáveis pelo crescimento inicial da plântula e sua remoção ou redução pode causar decréscimo da biomassa na planta jovem; podendo reduzir o vigor fisiológico de plantas adultas e comprometer o crescimento e a reprodução desses indivíduos.

Já as folhas apresentaram menor taxa de crescimento em relação à espessura quando foi utilizado o produto químico, indicando que o inseticida aplicado durante a produção das sementes pode ter proporcionado redução dos tecidos foliares. Segundo Yamashita *et al.* (2002), pequenas variações na espessura da folha podem resultar em significativas variações na fotossíntese em algumas espécies. Nas plântulas de erva-doce, a redução da espessura da folha pode causar um efeito positivo relativo ao aumento da taxa fotossintética, em relação à captação de luz (TAIZ e ZEIGER, 2004), mas pode influenciar negativamente a absorção de CO₂, fato observado por Justo *et al.* (2005) em folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel.

Assim como com a erva-doce, diversos autores observaram aumento no comprimento das plântulas provenientes de sementes produzidas com tratamentos químicos. Esta superioridade pode ter ocorrido porque, ao se

controlar as pragas das culturas, diminuem-se os danos, produzindo assim, sementes menos danificadas e conseqüentemente mais vigorosas, aumentando as chances de desenvolvimento de plântulas maiores e mais saudáveis. Gasparin *et al.* (2007) observaram aumento no tamanho das plântulas de soja quando foi feito tratamento com Maxim XL, com desenvolvimento de 13,3cm do sistema radicular e 11,1cm da parte aérea (caule e folha); quando o inseticida não foi aplicado, houve redução do comprimento da raiz para 12,3cm e da parte aérea, para 6,8cm. Em experimento realizado por Pereira *et al.* (2007), também verificou-se aumento da raiz de batata (*S. tuberosum*) cv. Ágata ao serem utilizados Tiametoxam (511,6cm) e Fludioxonil (508,6cm), em relação à testemunha (313,6cm). Esses resultados indicam que o crescimento das plântulas pode ser afetado consideravelmente pela infestação de pragas, através dos danos diretos durante o desenvolvimento das sementes, fato confirmado por diversos autores (BARBOSA *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2007; PLAZAS *et al.*, 2003; SMIDERLE e CICERO, 1999; GUIMARÃES, 2005); e que esses danos podem ser reduzidos ao se adotar algum sistema de controle eficiente. Porém, torna-se necessária a realização de pesquisas futuras, pois muitos agrotóxicos promovem os mais diferentes efeitos tóxicos nos tecidos vegetais, a curto e a longo prazo (CHABOUSSOU, 2006).

Alguns pesquisadores constataram efeito negativo de agrotóxicos na formação das plântulas; como Castro *et al.* (2008), que ao comparar a influência de diversos inseticidas, observaram o menor crescimento radicular e da parte aérea de plântulas de soja (*G. max*) quando houve a aplicação de Aldicarb (6,8 e 8,4cm, respectivamente), em comparação à testemunha (13,8 e 12,6cm, respectivamente). Fato semelhante foi constatado por Castro *et al.* (2007) em plântulas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), ao utilizar o Tiametoxam. Os compostos químicos utilizados podem ter proporcionado efeito tóxico, causando redução no vigor das sementes, e conseqüentemente do tamanho da plântula dessas espécies. Para Chaboussou (2006), diversos produtos químicos utilizados como agrotóxicos durante a produção das sementes, podem afetar diretamente a estrutura, reprodução, metabolismo e crescimento da plântula até a planta adulta.

3.2. Anatomia

3.2.1. Epiderme

As análises referentes à espessura da epiderme e da cutícula em todos os órgãos analisados estão presentes nas Tabelas 4 e 5, respectivamente.

Tabela 4. Espessura da epiderme (μm) nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	2,62	2,30	2,82	2,58a
	Sem	2,75	2,25	2,75	2,58a
	Médias	2,68A	2,27B	2,78A	
	CV(%)	7,98			
Caule	Com	2,25	2,17	2,20	2,20
	Sem	2,30	2,32	2,17	2,26
	Médias	2,27	2,25	2,18	
	CV(%)	5,29			
Cotilédone abaxial	Com	2,12Bb	2,50ABa	2,70Aa	2,44b
	Sem	3,50Aa	2,57Ba	2,45Ba	2,84a
	Médias	2,81A	2,53A	2,57A	
	CV(%)	9,37			
Cotilédone adaxial	Com	3,50Aa	2,80Bb	3,82Aa	3,37a
	Sem	2,97Bb	3,62Aa	3,40Aab	3,33a
	Médias	3,23AB	3,21B	3,61A	
	CV(%)	9,06			
Folha abaxial	Com	2,00Ba	2,60Aa	2,60Aa	2,40a
	Sem	1,75Bb	1,95Bb	2,42Aa	2,04b
	Médias	1,87C	2,27B	2,51A	
	CV(%)	7,56			
Folha adaxial	Com	2,65Ba	2,70Ba	3,60Aa	2,98a
	Sem	2,85Aa	2,30Bb	2,90Ab	2,68b
	Médias	2,75B	2,50C	3,25A	
	CV(%)	5,39			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Tabela 5. Espessura da cutícula (μm) nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	0,50	0,45	0,57	0,50
	Sem	0,52	0,60	0,60	0,57
	Médias	0,51	0,52	0,58	
	CV(%)	16,56			
Caule	Com	0,40Aa	0,25Bb	0,40Aa	0,35a
	Sem	0,40Aa	0,42Aa	0,30Aa	0,37a
	Médias	0,40A	0,33A	0,35A	
	CV(%)	20,30			
Cotilédone abaxial	Com	0,45	0,25	0,50	0,40a
	Sem	0,40	0,30	0,42	0,37a
	Médias	0,42A	0,27B	0,46A	
	CV(%)	17,99			
Cotilédone adaxial	Com	0,35Bb	0,50Aa	0,52Aa	0,45a
	Sem	0,50Aa	0,35Bb	0,50Aa	0,45a
	Médias	0,42B	0,42B	0,51A	
	CV(%)	13,48			
Folha abaxial	Com	0,35	0,35	0,40	0,36a
	Sem	0,25	0,25	0,40	0,30b
	Médias	0,30B	0,30B	0,40A	
	CV(%)	20,00			
Folha adaxial	Com	0,35Aa	0,22Ba	0,15Bb	0,24a
	Sem	0,25Ab	0,20Aa	0,25Aa	0,23a
	Médias	0,30A	0,21B	0,20B	
	CV(%)	21,62			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

A espessura da epiderme da zona de transição entre a raiz e o caule foi influenciada apenas pelos sistemas de consórcios ($p < 0,01$), observando-se os maiores resultados quando a erva-doce foi plantada em monocultivo ($2,78\mu\text{m}$) e no consórcio 1A2E ($2,68\mu\text{m}$) (Figura 5); porém, nesse estudo, não foi observada influência de nenhum fator na espessura da cutícula da zona de transição.

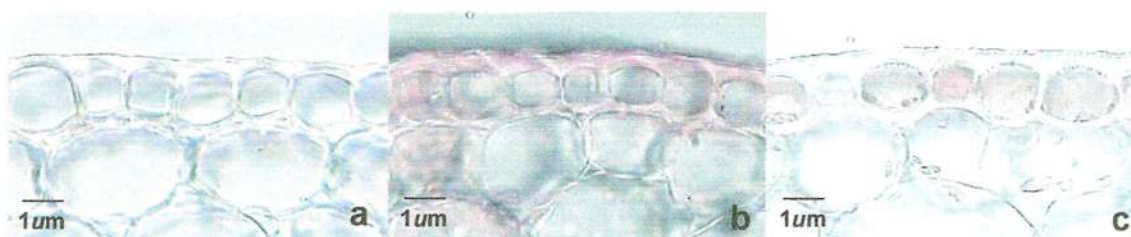


Figura 5. Espessura da epiderme da zona de transição da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

A epiderme do caule não foi afetada por nenhum dos fatores, em relação à sua espessura. Porém, a cutícula foi influenciada ($p < 0,01$) pela interação, mesmo não recebendo efeitos dos fatores isolados; apenas os tratamentos consorciados que receberam inseticida apresentaram diferença estatística, o tratamento 2A1E proporcionou menor crescimento da cutícula ($0,25\mu\text{m}$), quando comparado a 1A2E ($0,40\mu\text{m}$) e ES ($0,40\mu\text{m}$).

As medições da face abaxial do cotilédone mostram que houve aumento da espessura da epiderme ($p < 0,01$) quando não foi feito o tratamento químico ($2,84\mu\text{m}$) (Figura 6); não observando-se influência dos consórcios, e sim, da interação entre esses dois fatores. Sem o tratamento químico, os consórcios não diferiram entre si, mas quando houve aplicação do agrotóxico, observou-se que o 1A2E ($2,12\mu\text{m}$) foi inferior aos demais (2A1E – $2,50\mu\text{m}$ e ES – $2,70\mu\text{m}$). Em relação à cutícula, apenas os sistemas de consórcio causaram efeitos significativos na face abaxial cotiledonar ($p < 0,01$), observando-se superioridade do 1A2E ($0,42\mu\text{m}$) e do ES ($0,46\mu\text{m}$) (Figura 7).

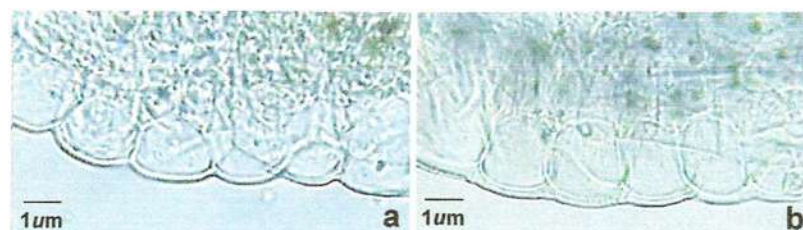


Figura 6. Espessura da epiderme abaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função do inseticida Agrofós 400. a. com inseticida. b. sem inseticida.

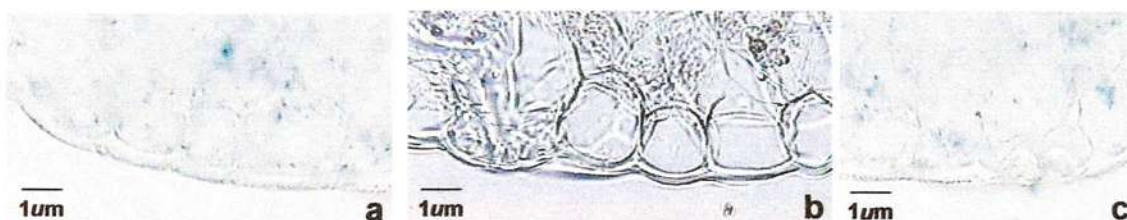


Figura 7. Espessura da cutícula da epiderme abaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

As espessuras da epiderme e da cutícula da face adaxial do cotilédone não sofreram interferência do inseticida, mas tiveram as espessuras influenciadas pelos consórcios ($p < 0,05$) e pela interação entre os dois fatores ($p < 0,01$). A erva-doce solteira proporcionou os melhores resultados, tanto para a espessura da epiderme ($3,61\mu\text{m}$), que não diferiu do 1A2E ($3,23\mu\text{m}$); como da cutícula ($0,51\mu\text{m}$), que diferiu dos demais (1A2E – $0,42\mu\text{m}$ e 2A1E – $0,42\mu\text{m}$) (Figura 8).

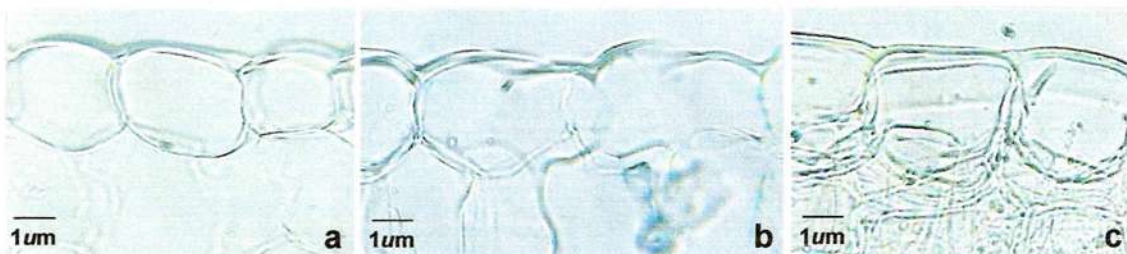


Figura 8. Espessuras da epiderme e da cutícula da epiderme adaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

A erva-doce em sistema de monocultivo proporcionou bons resultados para a espessura da epiderme e da cutícula cotiledonar (face adaxial), tanto quando foi aplicado o inseticida ($3,83\mu\text{m}$ e $0,52\mu\text{m}$), quanto na testemunha ($3,40\mu\text{m}$ e $0,50\mu\text{m}$). Já no consórcio 1A2E, a presença do inseticida aumentou a espessura da epiderme ($3,50\mu\text{m}$) e diminuiu a da cutícula ($0,35\mu\text{m}$), quando comparadas às parcelas que não receberam o agrotóxico ($2,97\mu\text{m}$ e $0,50\mu\text{m}$). Com o 2A1E aconteceu o inverso, houve diminuição da epiderme ($2,80\mu\text{m}$) e aumento da cutícula ($0,50\mu\text{m}$), em relação à ausência de tratamento químico ($3,62\mu\text{m}$ e $0,35\mu\text{m}$).

Os sistemas de consórcio causaram efeitos na espessura da epiderme e da cutícula da folha, nas duas faces do mesofilo ($p < 0,01$) (Figura 9). A erva-doce solteira proporcionou resultados satisfatórios na epiderme da face abaxial ($2,51\mu\text{m}$) e da adaxial ($3,25\mu\text{m}$) e na cutícula da face abaxial ($0,40\mu\text{m}$); na face adaxial, a cutícula apresentou maior desenvolvimento nos sistema de consórcio 1A2E ($0,30\mu\text{m}$).

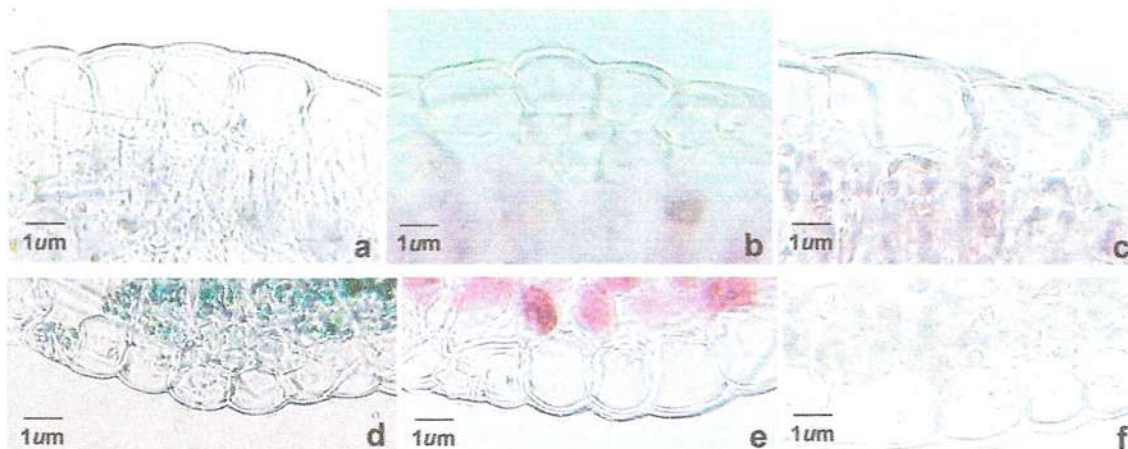


Figura 9. Espessuras da epiderme a da cutícula das epidermes adaxial e abaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E – epiderme adaxial. b. 2A1E – epiderme adaxial. c. ES – epiderme adaxial. d. 1A2E – epiderme abaxial. e. 2A1E – epiderme abaxial. f. ES – epiderme abaxial.

Já o inseticida influenciou o tecido de revestimento foliar, nas duas faces ($p < 0,01$), observando-se crescimento de $2,40\mu\text{m}$ da epiderme abaxial e $2,98\mu\text{m}$ da adaxial (Figura 10). Em relação à cutícula, apenas a face abaxial ($0,36\mu\text{m}$) apresentou resultados superiores à testemunha ($0,30\mu\text{m}$) ($p < 0,05$) (Figura 10 c e d); não havendo influência significativa do tratamento químico na cutícula da face adaxial.

Também houve efeito da interação entre os dois fatores tanto na epiderme da face abaxial ($p < 0,05$) e adaxial ($p < 0,01$), quanto da cutícula adaxial ($p < 0,01$). Com a aplicação do agrotóxico, o ES proporcionou os melhores resultados da epiderme abaxial ($2,60\mu\text{m}$) e da adaxial ($3,60\mu\text{m}$), mas não diferiu estatisticamente dos consórcios; e o tratamento 1A2E apresentou bons resultados da espessura da cutícula ($0,35\mu\text{m}$), diferindo apenas da erva-doce em sistema de monocultivo ($0,15\mu\text{m}$). Fato semelhante ocorreu quando

não houve tratamento químico, a ES proporcionou os melhores resultados para a espessura da epiderme (abaxial – $2,42\mu\text{m}$ e adaxial – $2,90\mu\text{m}$); porém, não apresentou diferença entre os tratamentos consorciados para a espessura da cutícula.

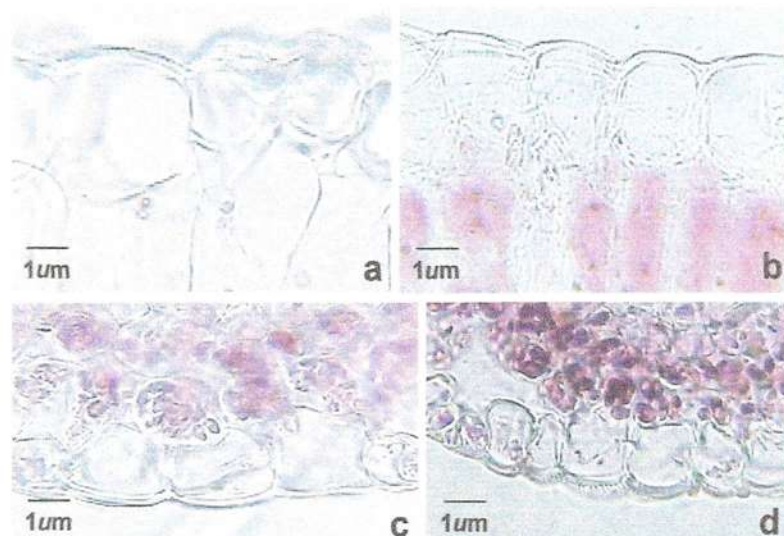


Figura 10. Espessuras da epiderme adaxial e abaxial, e da cutícula da face abaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função do inseticida Agrofos 400. a. com inseticida – epiderme adaxial. b. sem inseticida – epiderme adaxial. c. com inseticida – epiderme abaxial. d. sem inseticida – epiderme abaxial.

A epiderme é formada pela camada de células mais externa e por isso, fica sujeita à modificações estruturais (APPEZZATO-DA-GLÓRIA e CARMELLO-GUERREIRO, 2003), devido às suas relações com o ambiente e à conspícua diferenciação que muitas vezes acontece entre as células dessa camada (CUTTER, 1986a). Por esses motivos, vários estudos têm sido realizados com esse tecido, especialmente em plântulas (MOREIRA-CONGLIAN e OLIVEIRA, 2006; NERY *et al.*, 2007; CEOLIN *et al.*, 2007), por representar o período mais crítico da vida do vegetal.

Na zona de transição, face adaxial cotiledonar e nas duas faces da folha das plântulas de erva-doce, observou-se maior tamanho da epiderme quando utilizado o sistema de monocultivo durante a produção das sementes. Fato semelhante aconteceu com a cutícula das duas faces do cotilédone e da face abaxial foliar. Esse espessamento está relacionado ao aumento da atividade fotossintética, pois a epiderme é tipicamente transparente à luz visível e suas

células tornam-se convexas e maiores para aumentar a efetividade da absorção de luz (TAIZ e ZEIGER, 2004). Espécies de Fabaceae também apresentam paredes externas convexas, especialmente na folha e no cotilédone (MOREIRA-CONEGLIAN e OLIVEIRA, 2006), que são as maiores responsáveis pela fotossíntese.

Em relação ao inseticida, as folhas, nas duas faces apresentaram epiderme de maior espessura quando foi feito o tratamento químico das sementes; indicando que, este órgão pode apresentar vestígios dos produtos químicos aplicados anteriormente, ou mesmo carregar características da geração anterior (efeito materno), decorrentes desses produtos. Pois essas modificações já foram constatadas em plantas adultas de *Lycopersicon esculentum* Mill. por Martins e Castro (1999), que observaram aumento das células epidérmicas da face abaxial da folha quando utilizado o CCC (chlormequat 2-cloroetil trimetilamônio). Chaboussou (2006) explica que a cutícula da folha apresenta vários lipídeos que facilitam a absorção de diversos compostos químicos usados como agrotóxicos. A folha, especialmente no tecido epidérmico, é o órgão que sofre a maior variação devido às condições ambientais (CUTTER, 1986b) e seu espessamento está diretamente relacionado ao controle da transpiração (MEDRI e LLERAS, 1980).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), a cutícula que recobre a epiderme nos diferentes órgãos da planta, serve de barreira efetiva à perda de água, protegendo assim, a planta contra a dessecação. Essa estrutura também pode apresentar função protetora, pois é extremamente resistente a microorganismos, proporcionando proteção, principalmente mecânica, contra infecções por agentes patógenos (CUTTER, 1986a). Porém, para Silva *et al.* (2004), a consideração da cutícula como estrutura de resistência deve ser analisada com prudência, pois depende da quantidade e qualidade da sua composição química, além das características do agente de inter-relação.

O espessamento da cutícula, proporcionado pela erva-doce solteira na maioria dos órgãos e pelo inseticida na face abaxial da folha, é uma característica que confere às plantas cultivadas em ambiente natural uma proteção extra contra a ação da radiação solar (APEZZATO-DA-GLORIA e CARMELLO-GUERREIRO, 2003).

3.2.2. Grãos de amido

Os resultados referentes ao número de grãos de amido dos cotilédones e das folhas de plântulas de erva-doce estão presentes na Tabela 6.

Tabela 6. Número de grãos de amido nos cotilédones e nas primeiras folhas de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. BRS Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Cotilédone	Com	47,00Aa	53,00Aa	31,75Bb	43,91a
	Sem	52,50Aa	27,75Cb	42,50Ba	40,91a
	Médias	49,75A	40,37B	37,12B	
	CV(%)	12,34			
Folha	Com	69,00Aa	58,50Aa	40,25Bb	55,91b
	Sem	74,00Aa	66,75Aa	80,00Aa	73,58a
	Médias	71,50A	62,62AB	60,12B	
	CV(%)	11,35			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

O consórcio que proporcionou os melhores resultados foi o 1A2E, tanto no cotilédone (49,75) ($p < 0,01$), como na folha (71,5) ($p < 0,05$); em comparação ao 2A1E (40,37 e 62,62) e à ES (37,12 e 60,12). Apenas a folha foi influenciada pelo inseticida ($p < 0,01$) para essa característica, com produção de 73,50 grãos de amido em cada $10\mu m^2$.

Os resultados superiores da quantidade de amido, proporcionados pelos consórcios durante a produção das sementes, assim como para a produção de cloroplastos, pode estar relacionado com a maior disponibilidade de nutrientes, água e luz; produzindo assim sementes mais vigorosas e com maior probabilidade de formar plântulas mais saudáveis (PAULOS *et al.*, 2000).

Embora a principal função de cotilédones foliáceos seja a fotossíntese, o maior número de grãos de amido no cotilédone de plântulas de erva-doce evidencia a função de reserva desse órgão, que auxilia grandemente o desenvolvimento da plântula (MARTINE *et al.*, 2008).

As folhas apresentaram maior quantidade de grãos de amido quando não houve aplicação do inseticida Agrofós 400, evidenciando o efeito fitotóxico de insumos agrícolas. Esse efeito negativo também ocorre na batata-doce, que teve seu teor de amido diminuído pelo uso de uréia (OLEVEIRA *et al.*, 2005).

3.2.3. Estômatos

A Tabela 7 mostra os dados referentes à variação no número de estômatos presentes em cada órgão de plântulas de erva-doce, em função dos tratamentos de consórcio e do inseticida. O consórcio, isoladamente, causou influência em todos os órgãos analisados ($p < 0,01$), exceto na face adaxial da folha. O tratamento 1A2E proporcionou, em média, maior quantidade de estômatos na zona de transição ($38/10\mu m^2$) e na face abaxial da folha ($159/10\mu m^2$); o 2A1E foi superior aos demais tratamentos no caule (cerca de 42 estômatos); já a erva-doce solteira apresentou, em média, os melhores resultados nas faces abaxial ($141/10\mu m^2$) e adaxial ($70/10\mu m^2$) do cotilédone.

O inseticida causou efeito ($p < 0,01$) no número de estômatos do caule, cotilédone e folhas. No caule foram encontrados $42/10\mu m^2$ estômatos quando houve o tratamento químico, e $36/10\mu m^2$ quando não houve. Na face adaxial dos cotilédones, houve aumento de $53/10\mu m^2$ para $59/10\mu m^2$, ao ser aplicado o agrotóxico. Na folha, o inseticida também influenciou a quantidade de estômatos nas faces abaxial ($146/10\mu m^2$) e adaxial ($84/10\mu m^2$), em relação aos tratamentos que não receberam o produto químico ($126/10\mu m^2$ e $71/10\mu m^2$).

Também foi observado efeito da interação em todos os órgãos para o número de estômatos ($p < 0,01$). Nos tratamentos de consórcio que receberam o inseticida, a erva-doce solteira proporcionou os melhores resultados no caule ($46/10\mu m^2$), nas epidermes cotiledonares abaxial ($159/10\mu m^2$) e adaxial ($89/10\mu m^2$) e na face adaxial da folha ($92/10\mu m^2$); o tratamento 1A2E

influenciou o número de estômatos na face abaxial da folha ($156/10\mu\text{m}^2$); e o 2A1E proporcionou bons resultados na zona de transição ($39/10\mu\text{m}^2$). Quando não foi feito o tratamento químico, os consórcios foram melhores; no 1A2E foram observados $46,75/10\mu\text{m}^2$ estômatos na zona de transição, $54,5/10\mu\text{m}^2$ na face adaxial do cotilédone, $161,75/10\mu\text{m}^2$ na face abaxial da folha e $72,25/10\mu\text{m}^2$, na face adaxial foliar; já o consórcio 2A1E, os resultados foram superiores apenas no caule ($42,5/10\mu\text{m}^2$) e na face abaxial do cotilédone.

Tabela 7. Número de estômatos/ $10\mu\text{m}^2$ encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	30,00Bb	39,00Aa	34,00ABa	34,33a
	Sem	46,75Aa	24,00Bb	25,00Bb	31,91a
	Médias	38,37A	31,50B	29,50B	
	CV(%)	10,71			
Caule	Com	37,75Ba	41,50ABa	46,00Aa	41,75a
	Sem	33,75Ba	42,50Aa	30,50Bb	35,58b
	Médias	35,75B	42,00A	38,25AB	
	CV(%)	8,96			
Cotilédone abaxial	Com	75,25Cb	123,25Ba	159,25Aa	119,25a
	Sem	98,75Ba	123,50Aa	122,00Ab	114,75a
	Médias	87,00C	123,37B	140,62A	
	CV(%)	6,23			
Cotilédone adaxial	Com	41,50Bb	47,50Bb	89,00Aa	59,33a
	Sem	54,50Aa	54,25Aa	50,50Ab	53,08b
	Médias	48,00B	50,87B	69,75A	
	CV(%)	7,89			
Folha abaxial	Com	156,00Aa	142,75Ba	140,75Ba	146,50a
	Sem	161,75Aa	104,00Bb	111,25Bb	125,66b
	Médias	158,87A	123,37B	126,00B	
	CV(%)	5,12			
Folha adaxial	Com	76,00Ba	83,50ABa	91,75Aa	83,75a
	Sem	72,25Aa	71,75Ab	68,00Ab	70,66b
	Médias	74,12A	77,62A	79,87A	
	CV(%)	8,44			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Os dados referentes aos diâmetros polar e equatorial dos estômatos presentes em plântulas de erva-doce provenientes de sementes produzidas em sistemas consorciados e com aplicação de inseticida, estão presentes nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8. Diâmetro polar (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	4,37	4,87	5,37	4,87a
	Sem	4,42	4,65	4,82	4,63a
	Médias	4,40B	4,76AB	5,10A	
	CV(%)	9,52			
Caule	Com	2,92Bb	2,42Ba	3,50Aa	2,95a
	Sem	3,55Aa	2,82Ba	2,55Bb	2,97a
	Médias	3,23A	2,62B	3,02A	
	CV(%)	9,75			
Cotilédone abaxial	Com	4,10	3,52	4,15	3,92a
	Sem	3,77	3,90	4,10	3,92a
	Médias	3,93A	3,71A	4,12A	
	CV(%)	11,27			
Cotilédone adaxial	Com	3,62Ba	4,42Aa	4,00ABa	4,01a
	Sem	4,17Aa	4,12ABa	3,47Ba	3,92a
	Médias	3,90AB	4,27A	3,73B	
	CV(%)	9,74			
Folha abaxial	Com	2,55Aa	3,32Aa	2,87Aa	2,91a
	Sem	2,90ABa	2,17Bb	3,12Aa	2,73a
	Médias	2,72A	2,75A	3,00A	
	CV(%)	16,22			
Folha adaxial	Com	2,33	4,01	2,83	3,05a
	Sem	2,75	4,28	3,21	3,41a
	Médias	2,54B	4,14A	3,02B	
	CV(%)	13,82			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Tabela 9. Diâmetro equatorial (μm) dos estômatos encontrados nos órgãos de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Zona de transição	Com	2,05	2,02	2,30	2,12
	Sem	2,15	2,22	2,00	2,12
	Médias	2,10	2,12	2,15	
	CV(%)	8,55			
Caule	Com	1,75Ab	1,32Bb	1,62Aa	1,56b
	Sem	1,92Aa	1,75Aa	1,52Ba	1,73a
	Médias	1,83A	1,53B	1,57B	
	CV(%)	6,54			
Cotilédone abaxial	Com	2,40Aa	2,20Aa	2,27Aa	2,29a
	Sem	2,00Bb	2,35ABa	2,40Aa	2,25a
	Médias	2,20A	2,27A	2,33A	
	CV(%)	8,91			
Cotilédone adaxial	Com	1,95	2,35	2,25	2,18a
	Sem	2,12	2,45	2,30	2,29a
	Médias	2,03B	2,40A	2,27AB	
	CV(%)	8,47			
Folha abaxial	Com	1,95	2,10	1,72	1,92a
	Sem	2,12	1,87	1,90	1,96a
	Médias	2,03A	1,98A	1,81A	
	CV(%)	11,82			
Folha adaxial	Com	1,82ABb	2,15Aa	1,74Bb	1,90b
	Sem	2,35Aa	1,92Ba	2,10ABa	2,12a
	Médias	2,08A	2,03A	1,92A	
	CV(%)	10,53			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

O inseticida não causou influência no diâmetro polar dos estômatos em nenhum órgão, e no equatorial, apenas no caule ($1,56\mu\text{m}$) ($p < 0,01$) e na face adaxial da folha ($1,90\mu\text{m}$) ($p < 0,05$), quando comparado à testemunha ($1,73\mu\text{m}$ e $2,12\mu\text{m}$, respectivamente). Em contrapartida, o consórcio influenciou o diâmetro polar dos estômatos da zona de transição ($p < 0,05$), caule ($p < 0,01$) e faces adaxiais do cotilédone ($p < 0,05$) e da folha ($p < 0,01$); e o diâmetro equatorial do caule ($p < 0,01$) e da face adaxial cotiledonar ($p < 0,01$). Os

consórcios que apresentaram os melhores resultados para o diâmetro polar foram 2A1E para as faces adaxiais do cotilédone ($4,27\mu\text{m}$) (Figura 11) e da folha $4,14(\mu\text{m})$ (Figura 12); e ES para a zona de transição ($5,10\mu\text{m}$) (Figura 13a, b e c) e o caule ($3,02\mu\text{m}$) (Figura 13d, e e f). No diâmetro equatorial, houve efeito positivo do 1A2E para o caule ($1,83\mu\text{m}$) (Figura 13a, b e c) e 2A1E para a face adaxial do cotilédone ($2,40\mu\text{m}$) (Figura 11).

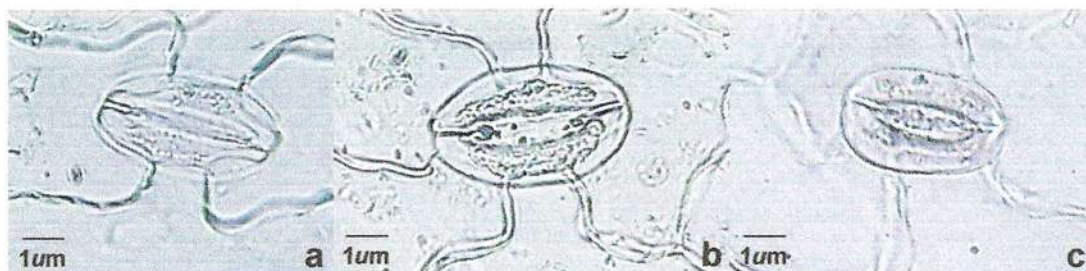


Figura 11. Diâmetro polar e equatorial dos estômatos da face adaxial cotiledonar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos consórcios. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

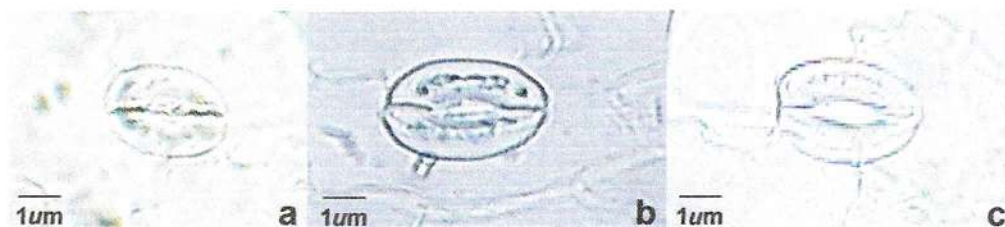


Figura 12. Diâmetro polar dos estômatos da face adaxial foliar da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E. b. 2A1E. c. ES.

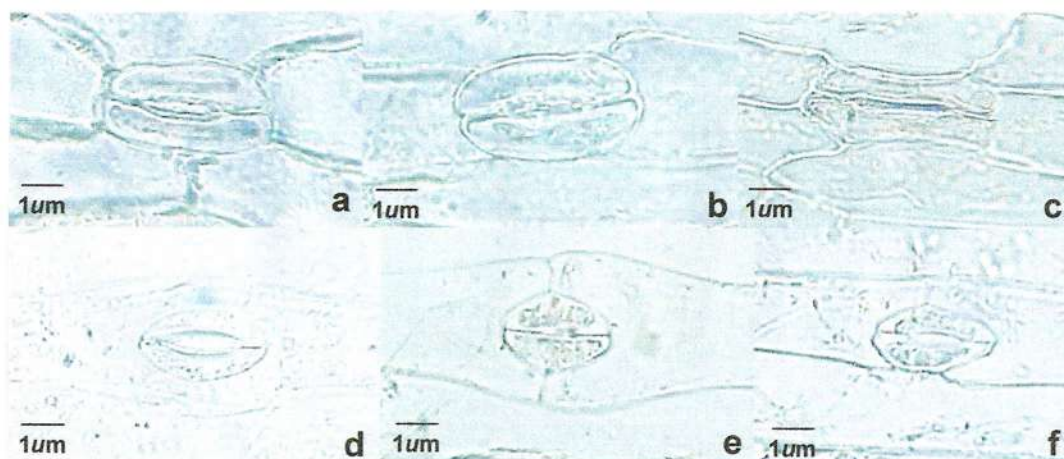


Figura 13. Diâmetro polar dos estômatos da zona de transição e do caule da plântula de *Foeniculum vulgare* Mill. em função dos sistemas de consórcio. a. 1A2E – zona de transição. b. 2A1E – zona de transição. c. ES – zona de transição. d. 1A2E – caule. e. 2A1E – caule. f. ES – caule.

produzidas podem ser diretamente afetadas por esses sistemas, e conseqüentemente, influenciar o desenvolvimento da plântula.

De forma geral, os consórcios proporcionaram maior desenvolvimento dos diâmetros polar e equatorial dos estômatos no caule e nas faces adaxiais dos cotilédones e das folhas, aumentando a transpiração nesses órgãos; pois, Justo *et al.* (2005), explicam que folhas com estômatos menores apresentam maior eficiência de uso da água e a diferença no tamanho da abertura estomática apresenta maior efeito sobre a difusão de água do que sobre a de CO₂.

Na erva-doce, o inseticida Agrofós 400 causou diminuição no diâmetro equatorial dos estômatos presentes na face adaxial da folha, porém aumentou a quantidade. Em contrapartida, Martins e Castro (1999) observaram um pequeno aumento no tamanho dos estômatos na epiderme abaxial aos 20 dias após o tratamento com regulador vegetal SADH (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida).

O aumento no número de estômatos na folha e no cotilédone, observados quando houve aplicação do inseticida contrastam com os resultados obtidos por Martins e Castro (1999), que observaram diminuição do número de estômatos da face abaxial da folha em relação à testemunha, ao fazer a aplicação de SADH (ácido succínico-2,2-dimetilhidrazida) diretamente na planta adulta; porém, os mesmos autores obtiveram resultados positivos no mesmo órgão, ao adicionar CCC (chlormequat 2-cloretoetil trimetilamônio).

Essas modificações morfológicas estão associadas com funções específicas. A impermeabilidade da cutícula à água faz com que a maior parte da transpiração foliar resulte da difusão de vapor de água através dos poros estomáticos, que reduzem a perda de água (TAIZ e ZEIGER, 2004). Dessa forma, os tratamentos em que a quantidade de estômatos foi maior, principalmente nos cotilédones e nas folhas, proporcionam maior controle da transpiração. Castro (2002) explica, ainda, que um aumento no número de estômatos por área pode permitir que a planta aumente a condutância de gases e, assim, evitar que a fotossíntese seja limitada sob diferentes condições de ambiente. De acordo com Taiz e Zeiger (2004), as mudanças na resistência estomática, exercida pelas células-guarda que circundam o poro estomático,

são importantes para a regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação continuada de CO₂ durante a fotossíntese.

3.2.4. Cloroplastos

As contagens do número de cloroplastos presentes nas células-guarda dos estômatos do cotilédone e da folha (Tabela 10) evidenciaram o efeito significativo ($p < 0,01$) dos consórcios, do inseticida e da interação entre esses dois fatores nos dois órgãos.

Tabela 10. Número de cloroplastos/10 μm^2 presentes nas células-guarda dos estômatos do cotilédone e da folha de plântulas de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill.) provenientes de sementes produzidas por plantas consorciadas com algodão colorido cv. Safira, com aplicação do inseticida Agrofós 400.

	Inseticida	Consórcios			Médias
		1A2E	2A1E	ES	
Cotilédone abaxial	Com	44,5Aa	36,0Ba	17,5Ca	32,6a
	Sem	24,7Ab	28,0Ab	14,5Ba	22,4b
	Médias	34,6A	32,0A	16,0B	
	CV(%)	12,03			
Cotilédone adaxial	Com	45,7Aa	33,7Ba	35,0Ba	38,1a
	Sem	21,0Ab	22,2Ab	10,5Bb	17,9b
	Médias	33,3A	28,0AB	22,7B	
	CV(%)	15,66			
Folha abaxial	Com	37,5Aa	39,2Aa	23,0Ba	33,2a
	Sem	25,0Bb	41,2Aa	19,2Cb	28,5b
	Médias	31,2B	40,2A	21,1C	
	CV(%)	8,05			
Folha adaxial	Com	37,5Ba	35,7Ba	47,7Aa	40,3a
	Sem	22,7Bb	36,2Aa	16,0Bb	24,9b
	Médias	30,1B	35,9A	31,85AB	
	CV(%)	13,58			

Médias seguidas pelas mesmas letras (minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. 1A2E – uma fileira de algodão e duas de erva-doce; 2A1E – duas fileiras de algodão e uma de erva-doce; ES – erva-doce solteira.

Isoladamente, o inseticida exerceu influência positiva nas faces abaxial e adaxial do cotilédone ($32,6/10\mu\text{m}^2$ e $38,1/10\mu\text{m}^2$) e da folha ($33,2/10\mu\text{m}^2$ e $40,3/10\mu\text{m}^2$), quando comparada aos tratamentos que não receberam o agrotóxico (cotilédone – $22,4/10\mu\text{m}^2$ e $17,9/10\mu\text{m}^2$ e folha/ $10\mu\text{m}^2$ – $28,5$ e $24,9/10\mu\text{m}^2$).

Os consórcios 2A1E para as faces abaxial ($40,2/10\mu\text{m}^2$) e adaxial ($35,9/10\mu\text{m}^2$) foliares, e 1A2E para as faces abaxial ($34,6/10\mu\text{m}^2$) e adaxial ($33,3/10\mu\text{m}^2$) cotiledonares, proporcionaram os maiores resultados.

A interação entre os consórcios e o inseticida foi significativa apenas quando não houve aplicação de inseticida. Na epiderme abaxial, os estômatos que apresentaram maior quantidade de cloroplastos foram os provenientes da ES ($14,5/10\mu\text{m}^2$); na folha o consórcio 2A1E proporcionou resultados superiores tanto na face abaxial ($41,2/10\mu\text{m}^2$), como na adaxial ($36,2/10\mu\text{m}^2$).

Com a aplicação de inseticida, a erva-doce solteira apresentou os piores resultados para o cotilédone ($31,75/10\mu\text{m}^2$) e para a folha ($40,25/10\mu\text{m}^2$) em comparação ao 1A2E ($47/10\mu\text{m}^2$ e $69/10\mu\text{m}^2$) e ao 2A1E ($53/10\mu\text{m}^2$ e $58,5/10\mu\text{m}^2$). Sem o tratamento químico, o 1A2E ($52,5/10\mu\text{m}^2$) mostrou bons resultados, mas não diferiu estatisticamente do ES ($42,5/10\mu\text{m}^2$).

Nos órgãos fotossintetizantes tais como as folhas, caules jovens e cotilédones, as células epidérmicas são normalmente destituídas de cloroplastos completamente desenvolvidos, exceto para as células-guarda dos estômatos (CUTTER, 1986a).

A biossíntese de clorofila e o desenvolvimento de cloroplastos em plantas superiores envolvem claramente uma série de eventos correlacionados; dentre eles, vários fatores podem influenciar essa formação, como a intensidade de luz, fatores nutricionais (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2005) e agentes químicos aplicados exoneramente (WOLF, 1977).

A maior disponibilidade de nutrientes, luz solar e água dos sistemas consorciados durante a produção das sementes (REZENDE *et al.*, 2001), podem ter causado o aumento na produção de cloroplastos nas plântulas provenientes de sementes produzidas em consórcio, devido à transferência dessa característica à geração seguinte.

As plântulas de erva-doce apresentaram aumento do número de cloroplastos nas células-guarda dos estômatos quando houve tratamento químico. Fato comprovado por Dickison (2000), que explica que as plantas tratadas com inseticidas apresentam mesófilo foliar mais compacto, além de um número bem maior de cloroplastos. Para Costa *et al.* (2007) esse é um mecanismo que garante uma sobrevivência mais eficiente das plantas. Em contrapartida, Santos *et al.* (2005) observaram redução da clorofila em folhas de eucalipto submetido a tratamento com o herbicida Glyphosate, demonstrando os efeitos tóxicos desse produto.

4. CONCLUSÕES

- Os sistemas consorciados e o inseticida Agrofós 400 modificaram várias estruturas da plântula de *F. vulgare*;
- Os órgãos das plântulas de *F. vulgare* tiveram maior crescimento, em comprimento, quando foi utilizado o consórcio 1A2E na produção das sementes;
- O inseticida influenciou positivamente o comprimento da raiz e dos cotilédones;
- A epiderme e a cutícula apresentaram sua espessura diminuída pelo cultivo solteiro e pela aplicação do inseticida;
- O número e o tamanho dos estômatos dos cotilédones e das folhas, bem como a quantidade de cloroplastos presentes em suas células-guarda, foram favorecidos pelo consórcio e pela utilização de inseticida;
- O sistema de consórcio 1A2E para a produção de sementes aumentou o número de grãos de amido presentes nos cotilédones e na folha das plântulas de erva-doce.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

APEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia Vegetal**. Viçosa: UFV, 2004.

BARBOSA, F. R.; YOKOYAMA, M.; PEREIRA, P. A. A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Controle do caruncho-do-feijoeiro *Zabrotes subfasciatus* com óleos vegetais, munha, materiais inertes e malathion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 37, n. 9. p. 1213-1216, 2002.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M.; BUTTENBENDER, D. Efeito do tamanho das sementes de trigo no desenvolvimento inicial das plantas e no rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 36. n. 8. p. 1061-1068, 2001.

CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. Moore submetidas a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo. v. 18. p. 241-251, 2004.

CARVALHO, N. M. de; NAKAGAWA, J. **Semente: ciência, tecnologia e produção**. 4ª edição. Funep: Jaboticabal, 2000.

CASTRO, E. M. Alterações anatômicas, fisiológicas e fitoquímicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) sob diferentes fotoperíodos e níveis de sombreamento. 221p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.

CASTRO, G. S. A.; BOGIANI, J. C.; SILVA, M. G. da; GAZOLA, E.; ROSOLEM, C. A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 43. n. 10. p. 1311-1318, 2008.

CASTRO, I. M. de; RODRIGUES, M. G. V.; GODOY, R. L. O.; QUINTEIRO, L. M. C.; CARVALHO, L. M. J. Efeitos de tratamentos diferenciados no plantio de banana var. Prata-Anã através da quantificação de resíduos de carbofuran. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 27. n. 1. p. 40-42, 2005.

CASTRO, P. R. de C e; PITELLI, A. M. de C. M.; PERES, L. E. P.; ARAMAKI, P. H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. **Publicação da UEPG Ciências Exatas Terra**. Ponta Grossa. v. 13. n. 3. p. 25-29, 2007.

CEOLIN, G. B.; RUCKER, A.; KRAY, J. G. Análise epidérmica foliar na diferenciação de plântulas de *Geonoma schottiana* e *Euterpe edulis*(Arecaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 18-20, 2007.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos**. São Paulo: Expressão popular, 2006.

COSTA, L. C. do B.; CASTRO, E. M. de; PINTO, J. E. B. P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S. K. V.; ROSAL, L. F.; MOREIRA, C. M. Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 6-8, 2007.

CRESTANA, C. M.; BELTRATI, C. M. Morfologia e anatomia das sementes de *Copaifera langsdorffii* Desf. (Leguminosae-caesalpinioideae). **Naturalia**. São Paulo. v.13. p. 45-54, 1988.

CURADO, F. F.; NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M. de; OLIVEIRA, I. R.; RODRIGUES, R. F. de A. **Experimentação participativa na produção de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) em bases ecológicas no agreste sergipano**. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal – parte I: células e tecidos**. 2ª edição. São Paulo: Roca, 1986a.

CUTTER, E. G. **Anatomia Vegetal – Experimentos e Interpretações. Parte II – Órgãos**. Botucatu: Roca, 1986b.

DICKISON, W. C. **Integrative plant anatomy**. San Diego: Harcourt – Academic Press, 2000.

DORNELAS, C. S. M. Diagnóstico da qualidade sementes de erva-doce (*Foeniculum vulgare* Mill) na Paraíba. 92f. Dissertação (**Mestrado em Agronomia**) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. 2ª edição. Canadá: Wiley, 1977.

FAHN, A. **Plant anatomy**. Oxford: Pergamon Press, 1990.

FRAZÃO, D. A. C.; COSTA, J. D. CORAL, F. J.; AZEVEDO, J. A.; FIGUEIREDO, F. J. C. Influência do peso da semente no desenvolvimento e vigor de mudas de cacau. **Revista Brasileira de Sementes**. Pelotas. v. 6. n. 3. p. 31-40, 1984.

GASPARIN, M. B.; SILVA, C. T. A. C.; VIECELLI, C. A.; CARRARO, B. P. Efeito de fungicida e inseticida na germinação e desenvolvimento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Trabalho de Conclusão de Curso (**Graduação em Ciências Biológicas**) - Faculdade Assis Gurgacz, Paraná, 2007.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia – processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed.Universidade/UFRGS, 2001.

GUIMARÃES, R. N.; PORTO, T. B.; PEREIRA, J. M.; BARBOSA, L. de A.; FERNANDES, P. M.; COSTA, R. B. da; BARROS, R. G. **Efeito do tratamento de sementes com inseticidas na emergência e altura de plântulas de feijão**. In: VIII Conafe, 2005, Goiânia, 2005.

JUSTO, C. F.; SOARES, A. M.; GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. de. Plasticidade anatômica das folhas de *Xylopia brasiliensis* Sprengel (Annonaceae). **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo. v. 19. n. 1. p. 112-123, 2005.

KOLB, R. M.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; GILONI, P. C.; CORREA, G. T. Anatomia ecológica de *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs (Euphorbiaceae) submetida ao alagamento. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 21. n. 3. p. 305-312, 1998.

LEAL-COSTA, M. V.; ARAGÃO, F. J. L.; REINERT, F.; TAVARES, E. S. Anatomia foliar de plantas transgênicas e não transgênicas de *Glycine max* (L.) Merrill (Fabaceae). **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 14. n. 1. p. 23-31, 2008.

LIMA JÚNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 35. n. 5, p. 1092-1097, 2005.

LIRA, R. S.; BATISTA, J. de L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Campina Grande. v. 6. n. 2. p. 20-35, 2006.

MARTINI, M. H., LENCI, C. G., FIGUEIRA, A., TAVARES, D. de Q. Localization of the cotyledon reserves of *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) K. Schum., *T. subincanum* Mart., *T. bicolor* Bonpl. and their analogies with *T. cacao* L. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 31. n. 1. p. 147-154, 2008.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. de C. Reguladores vegetais e a anatomia da folha de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cv. Ângela Gigante. **Scientia agrícola**. Piracicaba. v. 56, n. 3. p. 693-703, 1999.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. de C. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais sobre o teor de clorofila de folhas de *Lycopersicon esculentum* Mill. **Revista hispeci & lema**. Bebedouro. v. 8. p. 32-35, 2005.

MASCARENHAS, J. de C.; BELTRÃO, B. A.; SOUZA JÚNIOR, C. de; MORAIS, F. de; MENDES, V. A.; MIRANDA, J. L. F. de. **Diagnóstico do município de Montadas, estado da Paraíba**. Recife: Serviço geológico do Brasil, 2005.

MEDRI, M. E.; LLERAS, E. Ecofisiologia de plantas da Amazônia. Anatomia foliar e ecofisiologia de *Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl. (Castanha-do-Pará) - Lecythidaceae. **Acta Amazônica**. Manaus. v. 9. n. 1. p. 15-23, 1980.

MODESTO, J. C.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. de. Efeito do ácido giberélico sobre o comprimento e diâmetro do caule de plântulas de limão cravo (*Citrus limonia* Osbeck). **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 53. n. 2-3. p. 332-337, 1996.

MORAES-DALLAQUA, M. A.; BELTRATI, C. M.; RODRIGUES, J. D. Anatomia de ápices radiculares de feijão cv. carioca submetidos a níveis de boro em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**. Piracicaba v. 57. n. 3. p. 425-430, 2000.

MOREIRA-CONEGLIAN, I. R., OLIVEIRA, D. M. T. Anatomia comparada dos limbos cotiledonares e eofilares de dez espécies de Caesalpinioideae (Fabaceae). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo. v. 29. n.2. p. 193-207, 2006.

MOURA, M. F. de. Rendimento e qualidade de sementes de erva-doce em função da adubação orgânica e mineral e de sistemas de cultivos. Tese (**Doutorado em agronomia**) Universidade Federal a Paraíba, Areia, 2007.

NASCIMENTO, E. A. DO; OLIVEIRA, L. E. M. DE; CASTRO, E. M. DE; DELÚ FILHO, N.; MESQUITA, A. C.; VIEIRA, C. V. Alterações morfofisiológicas em folhas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) consorciado com seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.). **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 36. n. 3. p. 852-857, 2006.

NEGRISOLI, E.; VELINI, E. D.; TOFOLI, G. R.; CAVENAGHI, A. L.; MARTINS, D.; MORELLI, J. L.; COSTA, A. G. F. Seletividade de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura de cana-de-açúcar tratada com nematicidas. **Planta daninha**. Viçosa. v. 22. n. 4. p. 567-575, 2004.

NERY, F. C.; ALVARENGA, A. A. de; JUSTO, C. F.; CASTRO, E. M. de; SOUZA, G. S. de; ALVES, E. Aspectos anatômicos de folhas de plantas jovens de *Calophyllum brasiliense* Cambess. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 129-131, 2007.

NIELSEN, M. E.; BARBER, S. A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. **Agronomy Journal**. Madison. v. 70. p. 695-698, 1978.

NUNES, M. U. C.; CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, I. R.; CURADO, F. F.; SOUZA, I. M.; SANTOS, J. R.; TAVARES, F. de A.; GOUVEIA, R. F. Introdução de tecnologias agroecológicas no sistema de produção de erva-doce em Sergipe. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Porto Alegre. v. 2. n. 2. p. 743-746, 2007.

OLIVEIRA, A. P. de; OLIVEIRA, M. R. T. de; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G. da; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F. de; BRAZ, M. do S. S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de uréia. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 23. n. 4. p. 925-928, 2005.

OLIVEIRA, I. R. de; CARVALHO, H. W. L. de; MOREIRA, M. A. B.; COSTA, J. N. da. **Bicudo e lagarta-rosada em algodoeiros no sertão sergipano**. Aracajú, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007.

PAULUS, G.; MULLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. **Agroecologia aplicada: práticas e métodos para uma agricultura de base ecológica**. Porto Alegre: EMATER/RS, 2000.

PEREIRA, M. A.; SILVA, F. M. L.; DUARTE, R. M.; CASTRO, P. R. C. Efeito de Tiametoxam e Fludioxonil no comprimento das raízes da batata. In: XIII

Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Batata, 2007, Holambra.
XIII Encontro Nacional de Produção e Abastecimento de Batata, 2007.

PLAZAS, I. H. de A. Z.; MEDINA, P. F.; NOVO, J. P. S. Viabilidade de sementes de trigo tratadas com fenitrotion e infestadas por *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) durante o armazenamento. **Bragantia**. Campinas. v. 62. n. 2. p. 315-327, 2003.

REZENDE, P. M. DE; SILVA, A. G. DA; CORTE, E.; BOTREL, E. P. Consórcio sorgo-soja. v. comportamento de híbridos de sorgo e cultivares de soja consorciados na entrelinha no rendimento de forragem. **Ciência Rural**. Santa Maria. v. 31. n. 3. p. 369-374, 2001.

SANTANA, J. R. F. de; PAIVA, R.; RESENDE, R. K. S.; CASTRO, E. M. de; PEREIRA, F. D.; OLIVEIRA, L. O. Estímulo do comportamento fotoautotrófico durante o enraizamento *in vitro* de *Annona glabra* L. Aspectos da anatomia da folha antes da aclimatização. **Ciência agrotécnica**. Lavras. v. 32. n. 2. p. 640-644, 2008.

SANTIAGO, E. J. A. de; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E. M. de; LAMEIRA, O. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O. da; GAVILANES, M. L. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência agrotécnica**. Lavras. v. 25. n. 5. p.1035-1042, 2001.

SANTOS, L. D. T.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SOUZA, G. V. R. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva do glyphosate. **Planta daninha**. Viçosa. v. 23. n. 1. p. 133-142, 2005.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Inter-relações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 120-122, 2004.

SMIDERLE, O. J.; CÍCERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agrícola**. Piracicaba. v. 56. n. 4. p. 1245-1254, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2004.

VIANA, J. S. Cultivares e sistemas de cultivo de soja-verde em Areia – PB. Tese (**Doutorado em Agronomia**) – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

VICTÓRIO, C. P.; TAVARES, E. S.; LAGE, C. L. S. Anatomia de plantas de *Phyllanthus tenellus* Roxb. cultivadas *In vitro* sob diferentes qualidades de luz. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 5. p. 216-218, 2007.

WOLF, F.T. Effects os chemical agents in innibition of chlorophyl syntesis and chloroplast development in higher plants. **The Botanical Riview**. Bronx. v. 43. n. 4. p. 395-425, 1977.

YAMASHITA, N.; KOIKE, N.; ISHIDA, A. Leaf ontogenetic dependence of light acclimation in invasive and native subtropical trees of different successional status. **Plant Cell and Environment**. Oxford. v. 25. n. 10. p. 1341-1356, 2002.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)