

I. BOTÂNICA E FISIOLOGIA DE PLANTAS

COMPARAÇÃO DA MORFOLOGIA DE FOLHAS LISAS E RUGOSAS DE PLANTAS DE FEIJOEIRO⁽¹⁾

RACHEL BENETTI QUEIROZ VOLTAN⁽²⁾, ELAINE BAHIA WUTKE⁽³⁾,
EDUARDO ANTONIO BULISANI⁽³⁾, EDMILSON JOSÉ AMBROSANO⁽³⁾,
GUIDO DE SORDI⁽⁴⁾ e JOSÉ CARLOS VILA NOVA ALVES PEREIRA⁽⁴⁾

RESUMO

Em campo de produção de sementes na Estação Experimental de Ribeirão Preto (SP), do Instituto Agrônomo, em 1986, identificou-se uma planta de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) 'Goiano Precoce', com folhas rugosas e coloração mais intensa que a típica do cultivar. Efetuaram-se estudos anatômicos comparativos entre as folhas típicas do feijão (lisas) e as rugosas, com o objetivo de avaliar se o caráter rugoso era vantajoso. Observações na sua epiderme indicaram que as folhas rugosas apresentam maior densidade de tricomas e estômatos, além de células epidérmicas irregulares e menores. As plantas rugosas apresentam também um mesofilo denso, com pequenos espaços intercelulares e um limbo mais espesso.

Termos de Indexação: feijão, *Phaseolus vulgaris* L., 'Goiano Precoce', anatomia.

ABSTRACT

COMPARATIVE MORPHOLOGY OF RUGOUSE AND SMOOTH LEAF PLANT OF DRYBEAN

A rugouse and deep green leaf plant of drybean, *Phaseolus vulgaris* L., 'Goiano Precoce', was identified in a seed production area at the Experimental Station of Ribeirão Preto, Instituto Agrônomo, State of São Paulo, Brazil, during the growing season of 1986. Comparative anatomic studies between the typical leaves and the rugouse ones were undertaken. Rugouse leaves have higher number of trichomes and stomata, plus irregular and smaller epidermic cells than the normal ones. Rugouse leaves also showed a compact mesophyll with small intercellular spaces and a thicker leaf blade.

Index terms: drybean, *Phaseolus vulgaris* L., 'Goiano Precoce', anatomy.

(1) Recebido para publicação em 13 de setembro e aceito em 6 de novembro de 1990.

(2) Seção de Botânica Econômica, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 28, 13001 Campinas (SP).

(3) Seção de Leguminosas, IAC.

(4) Estação Experimental de Ribeirão Preto, IAC.

1. INTRODUÇÃO

Phaseolus vulgaris L. 'Goiano Precoce' provém de seleção massal efetuada em material introduzido no Instituto Agronômico, tendo sido recomendado para cultivo em 1966 (COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL, 1976). No período de 1970-72, foi testado em diversas regiões paulistas, sendo indicado para cultivo em vista de suas características comerciais e de produtividade (ALMEIDA et al., 1983). Suas plantas são de crescimento determinado (tipo I) e porte baixo, florescem ao redor de 35 dias, têm ciclo de 60-75 dias e flores de cor lilás-claro. As sementes, beges, com halo marrom, são classificadas comercialmente como grupo manteiga. Em 1986, em campo de produção de sementes de feijão na Estação Experimental de Ribeirão Preto do Instituto Agronômico, foi identificada uma planta que apresentava folhas rugosas, brilhantes, de um verde mais intenso que o típico do cultivar. Suas sementes foram multiplicadas, sendo o caráter rugoso reproduzido em toda a progênie.

A anatomia de *Phaseolus vulgaris* foi descrita em detalhes por DOUTT (1932) para o cultivar Blake Valentine. DALE (1965), SILVA (1979) e VERBELEN & DE GREEF (1979) estudaram o efeito das variações de luz e temperatura no desenvolvimento foliar, e KNECHT & O'LEARY (1972) estudaram o efeito da intensidade luminosa sobre o número de estômatos e a área foliar.

O presente trabalho teve por objetivo comparar a morfologia externa e interna de folhas de plantas lisas e rugosas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico utilizado originou-se de plantas desenvolvidas em casa de vegetação e no campo no Centro Experimental de Campinas, do Instituto Agronômico. Em casa de vegetação, as plantas se desenvolveram em vasos com quatro a cinco indivíduos, contendo solo homogêneo para os dois tipos de planta. No campo, os tipos "liso" e "rugoso" foram alternados nas linhas.

Para amostragens, utilizou-se apenas o limbo do folíolo central de folhas correspondentes ao quarto nó, a contar da base do ramo principal de plantas em floração. Depois de colhidos, os folíolos foram acondicionados em sacos plásticos (câmara úmida) e levados para o laboratório, sendo cortados pedaços de 0,5cm² das regiões basal, apical, bordo e mediana. Essas amostras individualizadas foram fixadas em F.A.A. 50% (JOHANSEN, 1940) e colocadas em bomba de vácuo para retirada do ar do interior dos tecidos e conseqüente penetração do fixador. A seguir, passaram pelo processo de desidratação em série alcoólica etílica, sendo finalmente incluídas em parafina.

Do material incluído em parafina, foram feitas secções transversais de 15 μ m de espessura com micrótomo manual. Tais secções passaram por etapas de distensão, colagem com adesivo Haupt (JOHANSEN, 1940), coloração pela combinação safranina-azul-de-alcã e, por fim, montadas em bálsamo-do-canadá.

A partir dos cortes transversais, efetuaram-se vinte medições de espessura da epiderme abaxial e adaxial, do parênquima paliçádico, parênquima esponjoso e do total do folíolo de cinco plantas do tipo liso e cinco do tipo rugoso, totalizando uma amostra igual a cem, para cada um dos tipos de plantas desenvolvidos na casa de vegetação e no campo. As medidas foram obtidas com o auxílio de uma ocular micrométrica.

Efetuaram-se os estudos da epiderme abaxial e adaxial a partir de impressão com acetato de celulose diluído em ácido acético (MEDINA, 1961), obtendo-se a película no terço mediano de vinte folíolos. A contagem de células epidérmicas, de estômatos e de tricomas foi determinada a partir de duzentos campos de área conhecida. O comprimento e a largura dos estômatos e das células epidérmicas foram obtidos de uma amostra igual a cem, utilizando-se ocular micrométrica. Obtiveram-se as medidas dos estômatos quando apresentavam os ostíolos fechados, sendo a largura tirada na região mediana.

Os dados referentes ao número de estômatos, células epidérmicas, tricomas, espessura dos parênquimas paliçádico e esponjoso e ao total do limbo nas diferentes regiões do folíolo foram transformadas em raiz quadrada. Os dados foram analisados estatisticamente segundo o teste t (Student), ao nível de 5%.

A área foliar foi obtida a partir da relação de peso entre áreas de trinta folíolos centrais de plantas lisas e trinta de rugosas amostradas no campo, e área padrão conhecida, reproduzidas em papel. Mediram-se também o comprimento e a largura desses folíolos, a fim de verificar a correlação entre o produto de tais variáveis e a área foliar.

Para estimativa da área foliar a partir do produto do comprimento pela largura dos folíolos, utilizaram-se análises de regressão (SOKAL & ROHLF, 1981).

A massa fresca e a massa seca das folhas foram determinadas a partir da amostra de trinta folíolos centrais de plantas lisas e trinta de plantas rugosas colhidas ao acaso no campo.

3. RESULTADOS

3.1. Epiderme

As epidermes abaxial e adaxial apresentam uma única camada de células e são providas de tricomas de três tipos: reto, uncinado (em forma de gancho) e glandular. O reto consiste em duas células basais e uma longa e reta; é o tricoma

mais longo, encontrado com frequência na epiderme adaxial. O do tipo uncinado, observado em ambas as epidermes, possui também duas células basais e uma terminal que se curva, formando um gancho. Tanto o tricoma reto como o uncinado possuem células epidérmicas alongadas rodeando suas células basais, com exceção dos tricomas das nervuras. Os glandulares são curtos, arredondados, e possuem o ápice formado por oito a dez células. Estão presentes nas duas epidermes, quase sempre associados com nervuras.

Ostricomas eram mais densos na epiderme abaxial do que na adaxial nos dois tipos de planta, sendo a densidade maior naquelas com folhas rugosas. As plantas desenvolvidas no campo apresentaram uma densidade maior de tricomas do que as desenvolvidas na casa de vegetação (Quadros 1 e 2).

QUADRO 1. Médias do número de células epidérmicas, de tricomas e de estômatos e comprimento e largura de estômatos e de células epidérmicas em feijoeiro 'Goiano Precoce', com folhas lisas e rugosas, cultivado em casa de vegetação

Características	Epiderme adaxial			Epiderme abaxial		
	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t
Células (n ^o /mm ²)	365,43	547,21	*	637,07	1031,36	*
Tricomas (n ^o /mm ²)	4,64	8,36	*	15,71	29,43	*
Estômatos (n ^o /mm ²)	30,93	31,78	ns	190,78	295,28	*
L estômato (µm)	29,06	26,93	*	26,00	25,07	*
W estômato (µm)	14,85	15,33	*	16,42	17,65	*
L célula epidérmica (µm)	102,35	71,29	*	79,95	60,38	*
W célula epidérmica (µm)	58,24	37,85	*	50,61	33,53	*

t: teste de Student; * significativo a 5%; L: comprimento; W: largura.

As células epidérmicas sobre as nervuras são alongadas e situadas paralelamente ao eixo longitudinal das nervuras, enquanto as demais são irregulares, sobretudo nas plantas rugosas. As células epidérmicas, tanto na epiderme adaxial como na abaxial, possuem maiores dimensões nas plantas lisas (Quadros 1 e 2 e Figura 1, A e C), sendo o número de células epidérmicas por milímetro quadrado, nas duas faces, maior nas plantas rugosas (Quadros 1 e 2 e Figura 1, B e D). Comparando-se as plantas desenvolvidas na casa de vegetação e no campo, observa-se um número maior de células epidérmicas e de dimensões menores nestas últimas.

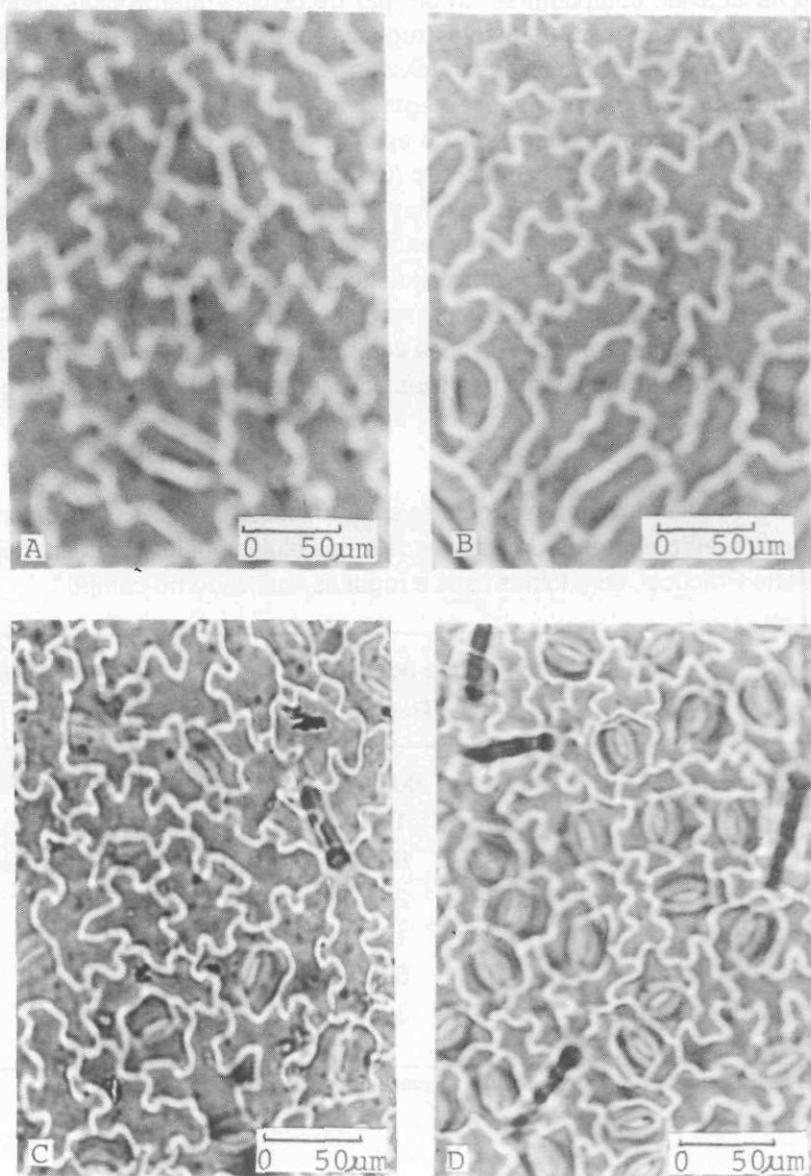


FIGURA 1. Epiderme foliar de feijoeiro 'Goiano Precoce'. A: Epiderme adaxial de plantas lisas. B: Epiderme adaxial de plantas rugosas. C: Epiderme abaxial de plantas lisas. D: Epiderme abaxial de plantas rugosas.

Os estômatos estão presentes em ambas as epidermes, sendo mais densos na abaxial: compõem-se de um par de células-guarda clorofiladas, não ocorrendo células anexas. As plantas rugosas apresentam um número maior de estômatos do que as lisas e as desenvolvidas no campo, uma densidade maior do que as desenvolvidas em casa de vegetação (Quadros 1 e 2). Os estômatos apresentam um comprimento maior na epiderme adaxial, tanto nas plantas lisas como nas rugosas nos dois ambientes (Quadros 1 e 2). Os comprimentos dos estômatos na epiderme abaxial de plantas lisas são significativamente maiores do que nas rugosas nos dois ambientes, enquanto na adaxial existem diferenças de tamanho apenas nas plantas desenvolvidas em casa de vegetação. A largura dos estômatos é maior na epiderme adaxial nas plantas rugosas, nos dois ambientes, e na abaxial das plantas rugosas da casa de vegetação; na face abaxial das plantas desenvolvidas no campo, as plantas lisas apresentam estômatos mais largos.

QUADRO 2. Médias do número de células epidérmicas, de tricomas e de estômatos e comprimento e largura de estômatos e de células epidérmicas em feijoeiro 'Goiano Precoce', com folhas lisas e rugosas, cultivado no campo

Características	Epiderme adaxial			Epiderme abaxial		
	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t
Células (n°/mm^2)	454,14	666,43	*	1022,07	1372,64	*
Tricomas (n°/mm^2)	9,50	16,14	*	55,43	82,57	*
Estômatos (n°/mm^2)	45,43	64,43	*	330,14	474,50	*
L estômato (μm)	28,62	28,54	ns	25,76	24,91	*
W estômato (μm)	14,78	15,39	*	16,16	15,46	*
L célula epidérmica (μm)	79,30	58,38	*	54,72	43,97	*
W célula epidérmica (μm)	44,83	30,46	*	33,01	25,54	*

t: teste de Student; * significativo a 5%; L: comprimento; W: largura.

As dimensões das células epidérmicas da face abaxial são menores, devido ao maior número de estômatos.

Não se verificaram diferenças significativas nas espessuras das epidermes abaxial e adaxial entre plantas lisas e rugosas nos dois ambientes. A epiderme adaxial é mais espessa (Quadro 3).

QUADRO 3. Espessura média das epidermes adaxial e abaxial dos folíolos nas regiões apical, bordo, mediana e base do feijoeiro 'Goiano Precoce', liso e rugoso, cultivado em casa de vegetação e no campo

Regiões dos folíolos	Cultivo em casa de vegetação				Cultivo no campo			
	Adaxial		Abaxial		Adaxial		Abaxial	
	Lisa	Rugosa	Lisa	Rugosa	Lisa	Rugosa	Lisa	Rugosa
Ápice	16,05	15,57	14,59	14,43	18,38	17,71	15,26	16,14
Bordo	16,69	16,18	14,62	16,18	18,86	17,98	16,08	15,94
Mediana	16,75	15,68	15,09	15,20	18,75	17,47	15,68	15,87
Base	15,28	14,16	13,25	12,37	19,78	19,31	17,18	16,40
Média.....	16,19	15,40	14,37	14,55	18,82	18,12	16,05	16,09

µm

3.2. Mesofilo

O mesofilo é diferenciado em um tecido paliçádico e um esponjoso. O primeiro possui células alongadas e perpendiculares à epiderme, estando em contato na face abaxial com o tecido esponjoso. Este é composto de 4 a 5 camadas de células, de forma e arranjos irregulares. As plantas lisas e rugosas desenvolvidas em casa de vegetação apresentaram o paliçádico com uma única camada de células, enquanto as do campo diferenciaram duas camadas de paliçada em algumas regiões do limbo. Ambas as camadas são mais evidentes nas plantas rugosas do que nas lisas (Figura 2 C).

O parênquima paliçádico e o esponjoso das plantas rugosas são significativamente mais espessos que os das lisas em todo o limbo foliolar (Quadro 4), resultando em um aumento na sua espessura total (Quadro 5).

O mesofilo das plantas rugosas é bem mais denso, ocorrendo espaços intercelulares reduzidos (Figura 2). As diferenças entre a espessura do folíolo nas regiões apical, bordo e mediana, quando existentes, são pequenas, enquanto a basal é um pouco mais espessa.

3.3. Relação entre a área foliar e o produto do comprimento pela largura dos folíolos centrais

A correlação entre a área foliar estimada a partir do peso de cópias dos folíolos e o produto do comprimento pela largura dos folíolos centrais foi altamente significativa, tanto para as plantas lisas como para as rugosas. Os coeficientes **a** e **b** da equação da reta de regressão dessas variáveis foram utilizados para estimar a área foliar de outros folíolos amostrados, a partir do produto do seu comprimento pela largura. No quadro 6, podem-se observar tais coeficientes.

3.4. Massa fresca, massa seca e área foliar

A média, coeficientes de variação e **t** (Student) da massa fresca e da massa seca dos folíolos, porcentagem de redução de água, área foliar estimada a partir do comprimento e da largura dos folíolos da amostra, utilizando-se os índices **a** e **b** da regressão, e a razão entre a massa seca e a área foliar estimada de plantas lisas e rugosas encontram-se no quadro 7.

Não existem diferenças nas massas entre plantas lisas e rugosas, enquanto as diferenças na porcentagem de redução de água, área foliar estimada e a razão entre massa seca e área foliar são significativas.

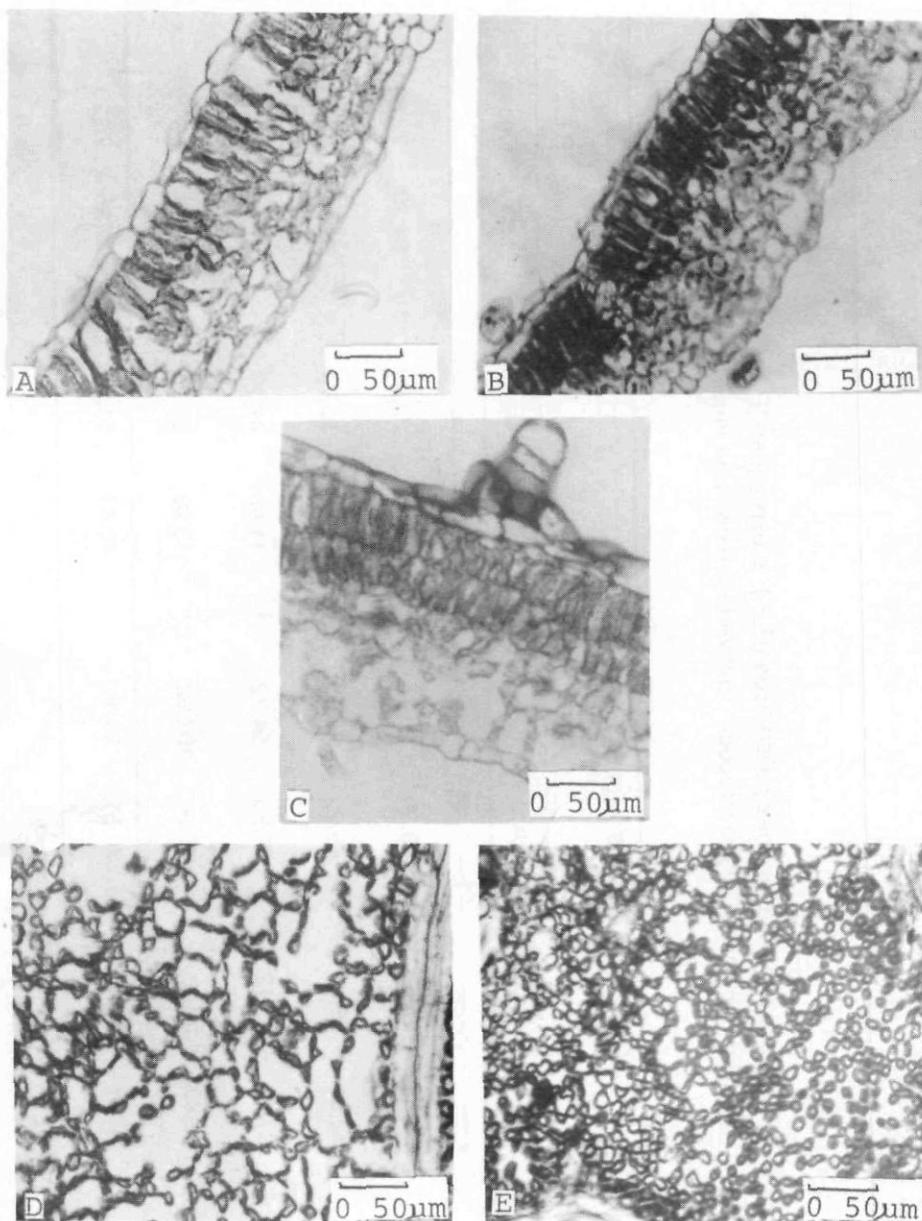


FIGURA 2. Cortes foliares de feijoeiro 'Goiano Precoce'. A: Corte transversal de plantas lisas. B: Corte transversal de plantas rugosas. C: Região de planta rugosa com duas camadas de paliçádico. D: Corte paradérmico de plantas lisas na região do tecido paliçádico. E: Corte paradérmico de plantas rugosas na região do tecido paliçádico.

QUADRO 4. Espessura média dos parênquimas paliádicos (P.P.) e esponjoso (P.E.) nas regiões dos folíolos de plantas lisas e rugosas do feijoeiro 'Goiano Precoce', cultivado em casa de vegetação e no campo

Regiões dos folíolos	Cultivo em casa de vegetação						Cultivo no campo					
	P.P.			P.E.			P.P.			P.E.		
	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t
Ápice	33,25	45,82	*	68,30	90,14	*	37,41	52,99	*	64,29	72,83	*
Bordo	32,94	45,63	*	66,29	63,65	*	40,43	50,74	*	68,85	71,23	ns
Mediana	29,92	43,12	*	68,53	94,72	*	41,58	46,77	*	77,52	83,12	*
Base	32,82	40,85	*	78,94	107,92	*	43,90	55,25	*	77,17	85,73	*
Média	32,23	43,86		70,51	94,11		40,83	51,44		71,96	78,23	

t: teste de Student; * significativo a 5%; ns: não significativo.

QUADRO 5. Espessura média de diversas regiões do limbo foliolar do feijoeiro 'Goiano Precoce', com folhas lisas e rugosas, cultivado em casa de vegetação e no campo

Regiões dos folíolos	Casa de vegetação			Campo		
	Lisa	Rugosa	t	Lisa	Rugosa	t
	μm					
Ápice	132,19	165,97	*	135,34	159,68	*
Bordo	130,54	161,63	*	144,22	155,89	*
Mediana	130,29	168,72	*	153,54	163,23	*
Base	140,29	175,30	*	158,03	176,69	*
Média	133,33	167,90		147,78	163,87	

t: teste de Student; * significativo a 5%.

QUADRO 6. Coeficientes de correlação, probabilidade e coeficientes a e b a partir das regressões entre área foliar estimada e o produto do comprimento pela largura dos folíolos de plantas lisas e rugosas de feijoeiro 'Goiano Precoce'

Plantas	r	p	a	b
Lisas				
L x W folíolo/ /área foliar estimada	0,99	p < 0,001	-1,82	0,62
Rugosas				
L x W folíolo/ /área foliar estimada	0,97	p < 0,001	-2,25	0,64

L: comprimento; W: largura.

QUADRO 7. Médias, coeficientes de variação e t (Student) da massa fresca, massa seca, porcentagem de redução de água, área foliar estimada e a razão entre massa seca e área foliar estimada de folíolos de plantas lisas e rugosas do feijoeiro 'Goiano Precoce'

Determinações	Plantas		t
	Lisas	Rugosas	
Massa fresca (g)	x = 0,739 CV = 29,101	x = 0,866 CV = 32,332	ns
Massa seca (g)	x = 0,106 CV = 25,894	x = 0,115 CV = 24,653	ns
Redução de água (%)	x = 85,487 CV = 1,184	x = 86,300 CV = 1,896	*
Área foliar estimada (cm ²)	x = 38,828 CV = 25,112	x = 33,056 CV = 23,005	*
Massa seca/ área foliar estimada (g/cm ²)	x = 0,003 CV = 14,286	x = 0,004 CV = 13,889	*

*: significativo a 5%; NS: não significativo.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As plantas de folhas rugosas apresentaram maior densidade de tricomas do que as lisas. As funções dos tricomas foram amplamente discutidas por JOHNSON (1975), que considera três categorias gerais que refletem adaptações relacionadas com: fatores físicos do ambiente, fatores bióticos e controles fisiológicos internos. O mesmo autor e LEVIN (1973) encontraram maior produção de tricomas em *habitats* mais secos, mas sugerem que o gradiente de fatores bióticos e abióticos seja observado e se considere a importância da qualidade da pubescência, especialmente em termos de glandulares e não glandulares.

Uma função de tricomas muito discutida na literatura consiste na economia de água pela planta; e como adaptação a fatores bióticos, há os mecanismos de defesa da planta. Existe uma correlação negativa entre densidade de tricomas e nutrição de larvas de inseto. São diversos os papéis dos tricomas na defesa contra insetos, como: captura de adultos ou larvas (barreira física); exsudação de substâncias químicas, como fenóis, terpenos, alcalóides ou outras substâncias que

são repelentes gustativos ou olfativos (barreira química), e "aviso" da presença de substâncias nocivas (barreira físico-química) (LEVIN, 1973, 1976).

Um exemplo de barreira física encontra-se nos cultivares de feijão *P. vulgaris* Califórnia Light Red Kidney e Brasil 343 com alta e com baixa densidade de tricomas, em forma de ganchos respectivamente. Neles, a frequência de captura e mortalidade de ninfas e adultos da cigarra *Empoasca fabae* (Harris) está correlacionada com a densidade de tricomas (PILLEMER & TINGEY, 1976). POOS (1929) e POOS & SMITH (1931) também verificaram que, em cultivares glabros de leguminosas, a presença de pragas é normalmente maior do que em pubescentes.

A obtenção de cultivares resistentes a insetos-pragas é alternativa para o uso de pesticidas químicos, e sua seleção seria facilitada se os mecanismos de resistência fossem identificados.

As plantas desenvolvidas no campo apresentaram uma densidade maior de tricomas do que as desenvolvidas em casa de vegetação, devido provavelmente ao efeito da intensidade luminosa. SILVA (1979), em seu trabalho com o cultivar de feijão Bush Blue Lake 290, concluiu que a estrutura foliar é influenciada pela intensidade luminosa. Esse autor demonstrou que ocorre um aumento na frequência de estômatos, espessura da folha e número de tricomas com o aumento da intensidade luminosa, e que as folhas desenvolvidas sob baixa intensidade luminosa apresentaram maiores espaços intercelulares do que aquelas sob alta intensidade luminosa. Resultados semelhantes na estrutura foliar foram obtidos por VERBELEN & DE GREEF (1979) com o cultivar de feijão Limburg. Embora não tenham feito observações para o número de tricomas e estômatos, verificaram que as folhas desenvolvidas sob alta intensidade luminosa apresentavam maior número de células epidérmicas por área foliar. VAN VOLKENBURGH & DAVIES (1977) observaram também diferenças anatômicas nas folhas do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) 'Mc Nair 511' e da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) 'Ranson' em ambientes controlados e em campo.

As folhas rugosas apresentaram uma área foliar menor, porém um número significativamente maior de estômatos. Seu mesófilo era mais denso, com pouco espaço intercelular, tecidos paliçádico e esponjoso mais espessos e, conseqüentemente, também limbo mais espesso. Suas células epidérmicas eram menores e mais irregulares quando comparadas às de folhas lisas. Todas essas características são descritas como predominantes em folhas xeromorfas (adaptadas ao *habitat* seco) por MILANEZ (1951), WYLIE (1951), RIZZINI (1976), ESAU (1977) e RAVEN et al. (1978).

É importante lembrar que, neste trabalho, tanto as plantas de folhas lisas como as de folhas rugosas estiveram submetidas à mesma intensidade luminosa, quantidade de água, nutrientes e temperatura em cada ambiente (casa de vegetação

e campo), uma vez que o experimento foi efetuado ao mesmo tempo e sob as mesmas condições de tratamento. Portanto, as diferenças morfológicas obtidas entre as plantas lisas e as rugosas são, provavelmente, de origem genética.

As duas camadas de paliçada, o maior número de cloroplastos e uma massa seca por área foliar maior do que as plantas lisas, em conjunto com as outras características discutidas, levam-nos à suposição de que as plantas rugosas reúnem características adaptativas em relação à eficiência fotossintética ou a mecanismos que regulem a transpiração, sendo necessários estudos de fotossíntese e transpiração.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Condorcet Aranha, pela revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, L.D'A. de; BULISANI, E.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; ALVES, S.; VEIGA, A. de A. & ALOISI SOBRINHO, J. *Competição de cultivares precoces de feijoeiro no Estado de São Paulo*. Campinas, Instituto Agrônômico, 1983. 17p. (Boletim técnico, 80)
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL. Programa de Sementes e Mudanças. Projeto de Produção de Sementes Básicas. *Descrição de variedades de feijão: Phaseolus vulgaris L.* Campinas, 1976. n.p. (Mimeografado)
- DALE, J.E. Leaf growth in *Phaseolus vulgaris*: 2. Temperature effects and the light factor. *Annals of Botany*, London, 29(114):293-308, 1965.
- DOUTT, M.T. *Anatomy of Phaseolus vulgaris L. var. Black Valentine*. East Lansing, Michigan State College, 1932. 31p. (Technical bulletin, 128)
- ESAU, K. *Anatomy of seed plants*. 2.ed. New York, John Wiley, 1977. 550p.
- JOHANSEN, D.A. *Plant microtechnique*. New York, McGraw-Hill, 1940. 523p.
- JOHNSON, H.B. Plant pubescence: an ecological perspective. *Botanical Review*, New York, 41(3):233-258, 1975.
- KNECHT, G.N. & O'LEARY, J.W. The effect of light intensity on stomate number and density of *Phaseolus vulgaris L.* leaves. *Botanical Gazette*, Chicago, 133(2):132-134, 1972.
- LEVIN, D.A. The chemical defenses of plants to pathogens and herbivores. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Palo Alto, 7:121-159, 1976.
- _____. The role of trichomes in plant defense. *Quarterly Review of Biology*, Baltimore, 48(1):3-15, 1973.

- MEDINA, D.M. Uso do acetato de celulose diluído em ácido acético, para tomar impressões dos estomas foliares. *Bragantia*, Campinas, 20:XXXIX-XLI, 1961. (Nota, 9)
- MILANEZ, F.R. Nota sobre a anatomia da folha de *Coccoloba cereifera* Schwake. *Rodriguésia*, Rio de Janeiro, 14(26):23-39, 1951.
- PILLEMER, E.A. & TINGEY, W.M. Hooked trichomes: a physical plant barrier to a major agricultural pest. *Science*, Washington, 193(4252):482-484, 1976.
- POOS, F.W. Leafhopper injury to legumes. *Journal of Economic Entomology*, Washington, D.C., 22:146-153, 1929.
- _____ & SMITH, F.F. A comparison of oviposition and nymphal development of *Empoasca fabae* (Harris) on different host plants. *Journal of Economic Entomology*, Washington, D.C., 24:361-371, 1931.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & CURTIS, H. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1978. 724p.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos*. São Paulo, Hucitec, 1976. 327p.
- SILVA, E.A.M. da. *Developmental anatomy of Phaseolus vulgaris L. 'Bush Blue Lake 290'* with special consideration of light influence on leaf development. Raleigh, North Carolina State University, 1979. 72p. Tese (Mestrado).
- SOKAL, R.R. & ROHLF, F.J. *Biometry*. 2.ed. San Francisco, Freeman, 1981. 859p.
- VAN VOLKENBURGH, E. & DAVIES, W.J. Leaf anatomy and water relations of plants grown in controlled environments and in the field. *Crop Science*, Madison, 17(3):353-358, 1977.
- VERBELEN, J.P. & DE GREEF, J.A. Leaf development of *Phaseolus vulgaris* L. in light and in darkness. *American Journal of Botany*, Baltimore, 66(8):970-976, 1979.
- WYLIE, R.B. Principles of foliar organization shown by sun-shade leaves from ten species of deciduous dicotyledonous trees. *American Journal of Botany*, Baltimore, 38(5):355-361, 1951.