

DENSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DOS ESTÔMATOS EM FOLHAS DE ALGODÃO
(Gossypium sp.)

LUIZ CARLOS SILVA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA COM ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM
FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

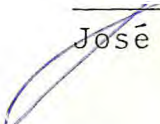
FORTALEZA - 1985

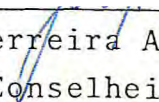
Esta Dissertação . . . foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


LUIZ CARLOS SILVA

Dissertação Aprovada em 06/08/1985


José Tarciso Alves Costa, Ph.D.
Orientador


José Ferreira Alves, M.S.
Conselheiro


Fanuel Pereira da Silva, Ph.D.
Conselheiro

Ao Grande Arquiteto do Universo, pela
harmonia Universal.

Aos meus pais JOSÉ E MARIA por seus
estímulos e sacrifícios.

À minha esposa LOURDES pelo companhei
rismo.

Aos meus filhos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade de participação no curso de Pós-Graduação e apoio financeiro.

À empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA) pelo apoio.

Ao Professor JOSÉ TARCISO ALVES COSTA pela orientação, brilhantes ensinamentos e dedicação até a elaboração final deste trabalho.

Aos professores JOSÉ FERREIRA ALVES e FANUEL PEREIRA DA SILVA pelo apoio e valiosas sugestões, indispensáveis à melhoria deste trabalho.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia pelos ensinamentos transmitidos durante a realização do curso.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, especialmente JOSÉ CARLOS LOPES e CARLOS ANTONIO DE GOIS BAI, pela saudável convivência.

A todos que, de algum modo, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

SUMÁRIO

	<u>Página</u>
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vi
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	vii
<u>RESUMO</u>	viii
<u>ABSTRACT</u>	ix
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	2
2.1 - <u>Caracterização dos Estômatos</u>	2
2.2 - <u>Densidade e Distribuição dos Estômatos</u>	3
2.3 - <u>Influência dos Fatores Ambientais na Densidade e Distribuição dos Estômatos</u>	5
2.4 - <u>Influência da Densidade e Distribuição dos Estômatos na Fisiologia da Planta</u>	5
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	7
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	10
4.1 - <u>Densidade Estomatal em Diferentes Regiões das Superfícies das Folhas</u>	10
4.2 - <u>Densidade Estomatal da Folha em Três Regiões Plantas de Diferentes Tipos de Algodão</u>	21
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	27
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	28

LISTA DE TABELAS

TABELA	<u>Página</u>
1 - Análise de variância da densidade estomatal das regiões apical, mediana e basal, das faces abaxial e adaxial de folhas de diferentes tipos de algodão	11
2 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face abaxial de folhas de diferentes tipos de algodão	12
3 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face adaxial de folhas de diferentes tipos de algodão	13
4 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face abaxial de folhas de plantas dentro de diferentes tipos de algodão	15
5 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal de folhas de plantas dentro de diferentes tipos de algodão	16
6 - Análise de variância da densidade estomatal da face adaxial de folhas, em regiões de plantas de diferentes tipos de algodão	22
7 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) da face adaxial da folha das regiões do topo, meio e base de plantas, de diferentes tipos de algodão.....	23
8 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das diferentes faces da folha da região do meio de plantas de diferentes tipos de algodão	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA

Página

- | | | |
|---|--|----|
| 1 | - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face <u>adaxial</u> da folha de algodão Verdão | 17 |
| 2 | - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face <u>adaxial</u> da folha de algodão Herbáceo | 18 |
| 3 | - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face <u>adaxial</u> da folha de algodão Mocó. | 19 |
| 4 | - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face <u>adaxial</u> de folha de algodão Rim-de-boi. | 20 |

RESUMO

A densidade e a distribuição dos estômatos nas folhas de diferentes tipos de algodão, foram estudadas em experimento instalado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no município de Fortaleza, Ceará, no ano de 1981.

Estudaram-se 4 tipos de algodão: Herbáceo cv. Br-1 (Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch.); Mocô, cv. Veludo C-71 (G. hirsutum L. r. marie-galante Hutch.); Verdão, regionalmente denominado Rasga-letra (G. hirsutum L. r. marie-galante Hutch.) e Rim-de-boi (G. barbadense L. r. brasiliensis Hutch.).

Os tipos de algodão Mocô e Herbáceo apresentaram maior densidade estomatal na região basal da folha que nas porções mediana e apical. Nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocô, a densidade estomatal da face abaxial da folha foi cerca de 2 vezes mais alta do que na adaxial.

No algodão Verdão, observou-se uma tendência de maior uniformidade da densidade estomatal dentro de cada face da folha. A forma de distribuição dos estômatos nas folhas de todos os tipos de algodão não variou. Dentro da planta, a densidade estomatal da folha aumentou da base para o topo, nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocô. Os tipos Rim-de-boi e Mocô, de maior adaptabilidade às condições xerófilas, apresentaram maior densidade estomatal da folha que os algodões Verdão e Herbáceo.

ABSTRACT

Stomatal density and distribution in leaves from different varieties of cotton were studied in a experiment conducted at the "Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará", Fortaleza, in Northeast Brazil, during the year of 1981.

The experiment was carried out with the following plant materials: Herbáceo, cv. BR-1 (Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch.); Mocô, cv. Veludo C-71 (G. hirsutum L. r. mariegalante Hutch.) and Rim-de-Boi (G. barbadense L. r. brasiliensis Hutch.).

Cotton plants from Mocô and Herbáceo types showed a tendency to a higher stomatal density in the basal region of the leaf than in the meddle and apical regions. It was observed that in the types Verdão, Herbáceo and Mocô the stomatal density on the abaxial face was about two times as much as that on the adaxial face of the leaf.

In Verdão type a more uniform stomatal density distribution on both leaf faces was observed when compared to the other three types. The way in which the stomata arranged in the leaf faces was not different from one type to another. The stomatal density of the leaf tended to increase from the bottom to the top in the same plant of the Verdão, Herbáceo and Mocô types. Rim-de-boi and Mocô types, with better adaptation characteristics to xerophilus conditions, tended to show higher leaf stomatal density than those from Verdão and Herbáceo types.

1 - INTRODUÇÃO

A cultura do algodão (Gossypium sp.) tem constituído, tradicionalmente, expressiva atividade econômica em diversas partes do mundo, inclusive no Nordeste do Brasil. Os diversos tipos cultivados na Região apresentam marcadas variações nas características morfológicas, fisiológicas e no grau de adaptação às diferentes condições edafo-climáticas. Apesar da importância da cultura, o conhecimento da morfologia da folha e, notadamente, da densidade e distribuição dos estômatos em sua superfície é bastante limitado.

As perdas d'água da planta e adaptação às deficiências hídricas variam dentro dos diversos gêneros e espécies, incluindo o algodão. Segundo SOUZA & BARREIRO NETO (1982), os tipos arbóreos são mais tolerantes à seca que os tipos herbáceos. Apesar daquelas variações dependerem de diversos fatores morfológicos e fisiológicos da planta, as mesmas, frequentemente guardam estreita associação com a densidade e a distribuição dos estômatos das folhas (DALE, 1961). As características dos estômatos podem ser úteis na distinção de espécies de algodão e constituem parâmetros morfológicos na seleção de tipos adaptáveis às diferentes condições ecológicas.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a densidade e a distribuição dos estômatos em folhas de diferentes tipos de algodão.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Caracterização dos Estômatos

Estômatos são órgãos pequenos observados microscópicamente, que se encontram isolados ou agrupados na epiderme dos vegetais. Geralmente, são formados por duas células mais ou menos reniformes, denominadas células-guarda, as quais são bastante ricas em cloroplastos. Entre as células-guardas fica uma pequena fenda que permite a entrada e saída de gases e vapor d'água. Segundo KETELLAPPER (1963), os estômatos constituem o maior caminho à transpiração e trocas gasosas.

MEIDNER & MANSFIELD (1968) encontraram que os estômatos foram observados predominantemente nas folhas, embora ocorressem também na epiderme de caules e pecíolos, partes florais de angiospermas e frutos, glumas de inflorescências de gramíneas e folhas modificadas, como espinhos e gavinhas. Os autores relataram, ainda, que a forma dos estômatos, além de outras, pode ser elíptica, tal como ocorre nas dicotiledôneas, ou ter a configuração de halteres como nas monocotiledôneas.

A distribuição dos estômatos, segundo GUERIN & DELAVEAU (1968), constitui uma das características usadas na distinção e identificação de grupos de plantas. OKPON (1969) afirmou que, na classificação de Cássia, a morfologia e distribuição dos estômatos desempenhavam fundamental importância. De acordo com ELLISON & TIANGO (1970), os representantes diplóides de Asparagus officinales caracterizavam-se por uma menor densidade estomatal que os tetraplóides. TUZ & LOZITSKII (1970) observaram que os estômatos de pêra e maçã triplóides eram maiores e menos numerosos que os estômatos dos tipos diplóides. Estudos realizados por RASCHKE (1975 e 1976), em gramíneas, indicaram que as células subsidiárias dos estômatos, nestas plantas, além de serem altamente especializadas no armaze

namento de íons, possuíam grande capacidade de utilizar o íon Na^+ , como substituto do íon K^+ .

2.2 - Densidade e Distribuição dos Estômatos

Estudos referentes à densidade e distribuição dos estômatos, em várias espécies de plantas, têm mostrado grande variabilidade. Uma evidência disso é que algumas espécies apresentam estômatos na face inferior da folha, outras somente na face superior, além daquelas que concentram, aproximadamente, o mesmo número de estômatos em ambas as faces da folha.

MILLER (1938) encontrou que a densidade estomatal/ mm^2 em folhas de soja (Glycine max) era de 147 e de 166, respectivamente nas faces superior e inferior.

Vários estudos têm mostrado que a variação da densidade, tamanho e distribuição dos estômatos depende da espécie e parte da planta estudada além dos fatores ambientais. Assim, CAIN & POTZGER (1940) salientaram que, em gramíneas, as folhas apicais apresentavam maior número de estômatos por unidade de área que as folhas situadas na posição inferior da planta. Os autores afirmaram também que a densidade estomatal numa mesma planta de Gaylussacia bacata, variou com o tamanho, a parte da folha e a posição de inserção desta no caule.

DALE (1961) verificou que a densidade estomatal/ mm^2 na face superior das folhas de algodão (G. hirsutum), variou de 37 a 50 e na face inferior, de 107 a 121. BROW & WARE (1961), por outro lado, observaram também em algodão (G. barbadense) que a densidade estomatal variava de 44 a 97, na face superior da folha e de 166 a 176, na face inferior.

DOBRENZ et alii (1969), estudando a densidade estomatal das folhas que se situavam nas regiões inferior, mediana e superior da planta, na espécie Panicum antidotale, constataram maior densidade estomatal nas folhas inferiores do colmo. Os autores observaram ainda a ausência de diferenças em partes de uma mesma folha, quanto a densidade estomatal.

MISKIN & RASMUSSEN (1970) mostraram que, em cevada (Hordeum vulgare L.), a superfície inferior da folha apresentava praticamente a mesma densidade estomatal da face superior. Os estudos de SILVA et alii (1957), HEICHEL (1971a,b), com milho (Zea mays L.) e de MCCREE & DAVIS (1974) e RODELLA (1980) com sorgo (Sorghum bicolor L.), mostraram que maior densidade estomatal era encontrada na face abaxial da folha. Entretanto, em Bromus inermis, TAN & DUNN (1975) observaram que a face adaxial da folha apresentava maior densidade estomatal do que a face abaxial.

SHERMAN & BEARD (1972) constataram, em Agrotis sp, que os estômatos eram distribuídos em fileiras paralelas às nervuras da folha, na face adaxial e, de modo disperso, na face abaxial.

SAPRA et alii (1975) encontraram que o centeio e o triticale apresentavam menor densidade estomatal na base da folha da face abaxial. TAN & DUNN (1975) observaram também que Bromus inermis apresentava maior densidade estomatal na base da folha.

CIHA & BRUN (1975) detectaram variações significativas nas densidades estomatais de cultivares de soja, bem como entre as superfícies abaxial e adaxial da folha de uma mesma cultivar. Tais evidências foram ratificadas por SANTOS (1978).

PALIWAL (1976) detectou, na espécie aquática Aponogeton natans, que as folhas situadas acima da superfície da água apresentavam estômatos em ambas as faces. Já nas folhas flutuantes e submersas, os mesmos eram encontrados apenas na face superior.

RODELLA et alii (1982) observaram que as folhas de Brachiaria brizantha, planta resistente à seca, apresentavam maior densidade estomatal do que as folhas de B. mutica, menos resistente. Os autores observaram ainda que, em B. brizantha, a densidade estomatal das folhas na região basal da planta era maior do que a densidade estomatal daquelas situadas nas regiões mediana e apical. Em B. mutica, não foram detectadas diferenças na densidade estomatal entre as três regiões da planta.

2.3.- Influência dos Fatores Ambientais na Densidade e Distribuição dos Estômatos.

Os fatores genéticos e ambientais exercem grande influência na densidade e distribuição dos estômatos, de forma que a coleta sistemática de amostras é fundamental quando se deseja comparar espécies ou mesmo diferentes cultivares (ECKERSON, 1908; REED & HIRANO, 1931; CAIN & POTZGER, 1940; ORMOD & RENNEY, 1968; DOBRENZ et alii, 1970 e KNECHT & O'LEARY, 1972).

MILLER (1938) encontrou que a umidade do ar e do solo exerciam efeito no tamanho e densidade dos estômatos. Conforme MEIDNER & MANSFIELD (1968) e KNECHT & ORTON (1970), plantas com desenvolvimento vegetativo em condições de sequeiro apresentavam maior densidade estomatal do que em solos irrigados. GINDEL (1969) constatou que, entre 32 espécies vegetais, a densidade estomatal era significativamente maior naquelas que se adaptavam melhor às condições de aridez.

KNECHT & O'LEARY (1972) encontraram em plantas de feijão (Phaseolus vulgaris), que se desenvolviam em alta intensidade luminosa, maior densidade estomatal e menor, naquelas submetidas à baixa luminosidade. MISKIN et alii (1972), trabalhando com cevada, obtiveram aumento da densidade estomatal com o aumento da intensidade luminosa. Os autores observaram também, que a temperatura teve pouca influência na densidade estomatal. CIHA & BRUN (1975) constataram que as folhas de soja submetidas a alta intensidade de luz apresentaram maior número de estômatos/mm² do que aquelas submetidas a baixa intensidade de luz.

2.4.- Influência da Densidade e Distribuição dos Estômatos na Fisiologia da Planta

As trocas gasosas, transpiração e fotossíntese, são influenciadas pela densidade, distribuição e mecanismos de abertura dos estômatos.

MUENSCHER (1915) não encontrou nenhuma relação entre

a quantidade de água transpirada pela planta e o número de poros estomatais.

FREELAND (1948) verificou que plantas com estômatos em apenas uma face da folha apresentavam considerável variação quanto à absorção de CO_2 , durante a fotossíntese. O autor observou também, que a taxa fotossintética aparente, em termos de CO_2 absorvido através dos poros estomatais da epiderme, foi maior na face cujos estômatos estavam presentes. O autor notou ainda, que, em plantas com estômatos em ambas as faces da folha, a fotossíntese aparente podia ou não apresentar uma relação direta com a densidade e distribuição estomatal.

Autores como HEATH (1948 e 1950), HEATH & MILTHORPE (1950) e HEATH & RUSSEL (1954) observaram que a concentração de CO_2 na cavidade estomática era frequentemente influenciada pelo grau de abertura dos estômatos.

DALE (1961) observou, em algodão, que a abertura dos estômatos na face adaxial aumentou linearmente com a temperatura. Na face abaxial ela mostrou-se indiferente às variações de temperatura. Neste caso, a resistência estomatal à transpiração foi menor que a resistência do mesófilo.

FAHN (1964) encontrou que a alteração no número de estômatos, determinava variações na taxa de trocas gasosas e fotossíntese. Por outro lado, JANK (1970) observou que a resistência à transpiração estava inversamente relacionada à densidade estomatal. TEARE et alii (1971 e 1972) afirmaram que uma grande abertura estomatal ou uma maior densidade estomatal poderia permitir aumentos na taxa fotossintética em razão do decrêscimo da resistência à difusão de CO_2 .

SHARPE (1973), ao analisar a resistência estomatal de folhas de algodoeiro "upland", observou que os estômatos das faces adaxial e abaxial diferiam em suas respostas à luminosidade, "stress" hídrico e temperatura ambiental. Entretanto, essas diferenças desapareceram sob a combinação de alta luminosidade e temperatura. O autor observou, ainda, que com suficiente umidade do solo, não houve evidência do fechamento de meio dia, mesmo sob severos regimes de luminosidade e temperatura.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizado no município de Fortaleza, Ceará, com coordenadas de 3° 44' 31" S e 38° 33' 47" W e altitude de 20m, no ano de 1981. A área é representativa do litoral do Estado onde predomina a formação de Caatinga Hipoxerófila. O terreno apresenta relevo plano ondulado e solo arenoso do grupo Podzólico Vermelho-Amarelo com horizonte A fraco. O clima da região é do tipo AW', segundo a classificação de KOEPPEN, apresentando pluviosidade média anual de 1400mm, distribuída em 2 estações, uma chuvosa, de janeiro a junho, na qual se concentram aproximadamente, 90% das chuvas, e outra, de julho a dezembro. A temperatura média anual da atmosfera é de 25,5°C, com pequenas diferenças entre as médias mensais (inferior a 2°C), média das máximas de 30°C e das mínimas de 23,5°C. A umidade relativa média anual do ar é de 80%, com as médias mensais variando de 75%, na estação seca a 86% no período chuvoso.

Pela importância que representam para a cotonicultura nordestina, foram estudados os seguintes tipos de algodão: Herbáceo, cv. BR-1 (G. hirsutum L. r. latifolium Hutch).; Mocô, cv. Veludo C-71 (G. hirsutum L. r. marie-galante Hutch); Verdão, regionalmente denominado Rasga-letra, (G. hirsutum L. r. marie-galante Hutch.), considerado uma forma da espécie do G. hirsutum que tem ligeira introgressão do Mocô ou de uma raça brasileira G. barbadense (BOULANGER & PINHEIRO, 1971), Rim-de-Boi, (G. barbadense L.r. brasiliensis Hutch.).

Os três primeiros tipos de algodão foram plantados em meados de março de 1981, em fileiras contíguas, formando um bloco de aproximadamente 200m² e obedecendo aos seguintes espaçamentos: Herbáceo - 0,80 x 0,40m, 2 plantas/cova; Mocô - 2,0 x 0,5m, 1 planta/cova; Verdão - 1,0 x 0,50m, 1 planta/cova. Para as observações com o algodão Rim-de-Boi foram utilizadas plantas de uma coleção situada nas proximidades e plantada no

espaçamento de 2,0 x 1,0m, com 1 planta por cova. Diferenças com relação à amostragem e parâmetros observados fizeram com que certos dados obtidos, para este tipo de algodão, não fos sem incluídos nas análises estatísticas.

Todas as observações para cada um dos tipos de algo dão, foram obtidas de plantas vigorosas, de aproximadamente o mesmo tamanho, no início da frutificação. Em um estudo ini cial, para o conhecimento da densidade e distribuição dos es tômatos, 3 plantas dos tipos Herbáceo, Mocô e Verdão foram selecionadas e amostras de 5 folhas, de aproximadamente o mes mo tamanho, coletadas de ramos frutíferos da região mediana de cada planta. Por sua vez, cada folha foi amostrada nas re giões apical, mediana e basal, em ambas as faces, sendo reali zadas 4 observações em cada posição.

Em outro estudo, os mesmos parâmetros foram avaliados em 5 plantas dos tipos Herbáceo, Mocô, Verdão e Rim-de-Boi. Ca da planta foi dividida em 3 regiões (topo, meio e base), reti rando-se de cada, uma amostra de 4 folhas, de aproximadamente o mesmo tamanho, na posição mediana da face adaxial de cada fo lha, onde foram realizadas 4 observações.

A observação da densidade e distribuição dos estôma tos foi realizada empregando-se o método de réplica de STOD DARD (1965), com pequenas modificações. Uma fina camada de acetato de celulose (esmalte de unha incolor) foi pincelada nas superfícies da folha, deixando-se secar por um período de 5 a 10 minutos. Secções da película de acetato formada foram removidas e montadas em lâminas de microscópio. Nas observa ções utilizou-se um microscópio ótico, ocular de 15x e objeti va de 40x que proporcionou aumento de 600 vezes e campo real visível de $0,1197\text{mm}^2$.

Medidas da área foliar foram obtidas utilizando-se a técnica de comparação de peso de uma área conhecida de carto lina, com peso de recortes dos perímetros das folhas, traçados em papel do mesmo lote.

Para efeito de análise estatística, as amostras foram coletadas na seguinte ordem hierárquica: tipo, plantas, fo lhas, regiões da folha e regiões da planta. Os dados obtidos

foram analisados estatisticamente e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Densidade Estomatal em Diferentes Regiões das Superfícies das Folhas

Os resultados das análises de variância, Tabela 1, relativos à densidade estomatal nas regiões apical, mediana e basal das folhas, nos tipos de algodão Verdão, Herbáceo e Mocô, mostram que, à exceção de plantas dentro de tipo (faces abaxial e adaxial) e região x tipo (face adaxial), todas as fontes de variação apresentaram efeitos significativos.

Nas Tabelas 2 e 3, acham-se resumidas as densidades médias nas regiões apical, mediana e basal das folhas, nas faces abaxial e adaxial, respectivamente. O exame da Tabela 2 evidencia que a parte basal da folha, na face abaxial, foi a que apresentou o maior valor para densidade estomatal. Este valor (24,73) quando comparado pelo teste de Tukey com os observados nas partes apical (22,07) e mediana (22,93), diferiu significativamente. Por outro lado, os valores 22,07 e 22,93 das regiões apical e mediana, respectivamente, não diferiram ao nível de 5% de probabilidade.

A análise das médias de densidade estomatal dentro de cada tipo de algodão (Tabela 2) mostra, no entanto, que a região basal da folha nos tipos Herbáceo e Mocô apresenta valores significativamente superiores aos das regiões mediana e apical não ocorrendo, entretanto, diferenças significativas entre as regiões, para o Verdão.

No tocante à face adaxial (Tabela 3), nota-se que a região basal da folha foi também a que apresentou maior densidade estomatal, cujo valor (12,40) diferiu significativamente daquele para a região apical. As comparações dos valores das regiões mediana x apical e basal x mediana não atingiram, porém, a significância estatística. Constata-se ainda que os valores

TABELA 1 - Análise de variância da densidade estomatal das regiões apical, mediana e basal, das faces abaxial e adaxial de folhas de diferentes tipos de algodão.

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	
		Face abaxial	Face Adaxial
Tipo (T)	2	386,03*	248,42*
Planta/Tipo (P/T)	6	30,39	16,40
Folha/Planta/Tipo (F/P/T)	36	35,33*	40,21*
Região (R)	2	221,90*	24,05*
R x T	4	55,52*	3,25
R x (P/T)	12	41,68*	5,42*
R x (F/P/T)	72	12,45*	2,93*
Resíduo	405	3,50	0,70

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2 - Densidade estomatal ($\text{n}^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face abaxial de folhas de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Região da Folha		
	Apical	Mediana	Basal
Verdão	22,87 ^{1/} aA	23,20 aA	23,52 bA
Herbáceo	19,83 bC	21,60 bB	23,97 bA
Mocô	23,50 aB	23,98 aB	26,70 aA
Médias	22,07 B	22,93 B	24,73 A

^{1/} Numa mesma linha, médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas e, numa mesma coluna, pelas mesmas letras minúsculas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Densidade estomatal ($\text{n}^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face adaxial de folhas de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Posição na Folha		
	Apical	Mediana	Basal
Verdão	11,18	11,61	11,48
Herbáceo	10,93	11,51	12,10
Mocô	13,12	13,56	13,61
Médias	11,74B ^{1/}	12,23 AB	12,40 A

^{1/} Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

das regiões dentro de cada tipo não diferiram significativamente, conforme a análise de variância da Tabela 1.

O confronto dos dados das Tabelas 2 e 3 evidenciam que a face abaxial dos 3 tipos de algodão tem maior densidade estomatal que a face adaxial, qualquer que seja a região da folha. Tal superioridade variou de 1,77 a 2,05 vezes.

A avaliação das densidades estomatais médias para região x planta dentro de tipo (Tabelas 4 e 5), indica que houve variação significativa entre as regiões da folha; em plantas de um mesmo tipo, exceção feita para o Verdão, cujos valores não se mostraram estatisticamente diferentes. Este fato parece demonstrar que, neste último tipo, a distribuição dos estômatos na superfície foliar é mais uniforme. Por outro lado, não foram observadas diferenças aparentes na forma de distribuição dos estômatos nas folhas do tipos de algodão, conforme se observa nas Figs. 1 a 4. Nestas figuras, nota-se que os estômatos são mais numerosos próximos a determinadas células epidérmicas, possivelmente glândulas oleíferas e pelos. Os estômatos se aglomeram radialmente ao redor destas estruturas e se distribuem de modo disperso nas demais áreas da folha.

As variações na densidade estomatal, observadas em diferentes regiões e superfície da folha de algodão, são consistentes com as encontradas em diversas outras plantas (MISKIN & RASMUSSEN, 1970; HEICHEL, 1971, e RODELLA, 1980).

Considerando-se que as trocas gasosas podem estar diretamente relacionadas com a densidade estomatal (FAHN, 1964; JANK, 1970 e TEARE et alii 1972), o conhecimento da variação desta característica na folha torna-se relevante na avaliação de taxas de transpiração e fotossíntese das plantas.

As diferenças de densidade estomatal entre as faces abaxial e adaxial da folha encontradas nos tipos Mocó, Herbáceo e Verdão são muito próximas das observadas por DALE (1961), em algodão 'Upland' (G. hirsutum L.) e por BROW & WARE (1961), em algodão egípcio (G. barbadense L.). Os números absolutos de estômatos por unidade de área foliar diferiram bastante para os tipos Mocó, Herbáceo e Verdão, apresentando, na face abaxial, médias de estômatos/mm² de 180 a 204, e na adaxial de 88 a 106,

TABELA 4 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face abaxial de folhas de plantas de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Planta	Região da Folha		
		Apical	Mediana	Basal
Verdão	P ₁	21,50 ^{1/} a	23,25 a	23,85 a
	P ₂	23,35 a	22,75 a	21,70 a
	P ₃	23,75 a	23,60 a	25,00 a
Herbáceo	P ₁	19,80 a	21,35 ab	23,15 a
	P ₂	19,56 b	23,05 a	24,90 a
	P ₃	20,65 b	20,40 b	23,85 a
Mocô	P ₁	21,80 b	23,20 a	26,85 a
	P ₂	23,25 b	23,15 ab	26,70 a
	P ₃	25,46 ab	23,50 b	26,66 a

^{1/} Numa mesma linha, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 5 - Densidade estomatal ($\text{n}^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das regiões apical, mediana e basal da face adaxial de folhas de plantas de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Planta	Região da Folha		
		Apical	Mediana	Basal
Verdão	P ₁	11,40 a ^{1/}	11,95 a	11,85 a
	P ₂	10,75 a	11,15 a	11,10 a
	P ₃	11,40 a	11,75 a	11,50 a
Herbáceo	P ₁	10,95 b	11,75 ab	12,65 a
	P ₂	11,05 b	11,85 ab	12,40 a
	P ₃	10,80 a	10,95 a	11,25 a
Mocô	P ₁	12,00 b	13,05 b	14,35 a
	P ₂	14,30 a	14,40 a	14,20 a
	P ₃	13,10 a	13,25 a	12,90 a

^{1/} Numa mesma linha, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

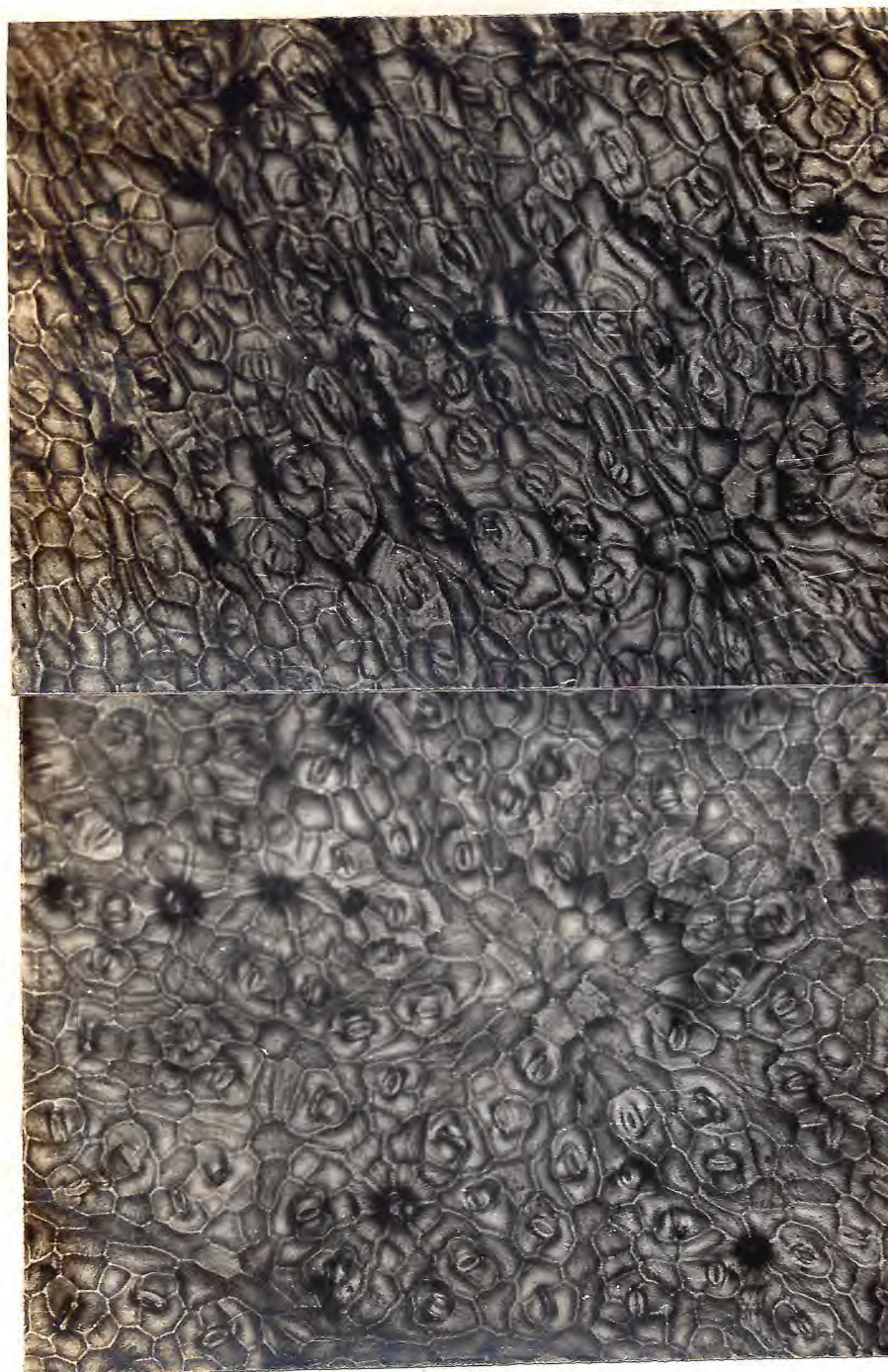


FIGURA 1. - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face adaxial da folha de algodão Ver dão.



FIGURA 2 - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face adaxial da folha de algodão Herbáceo.

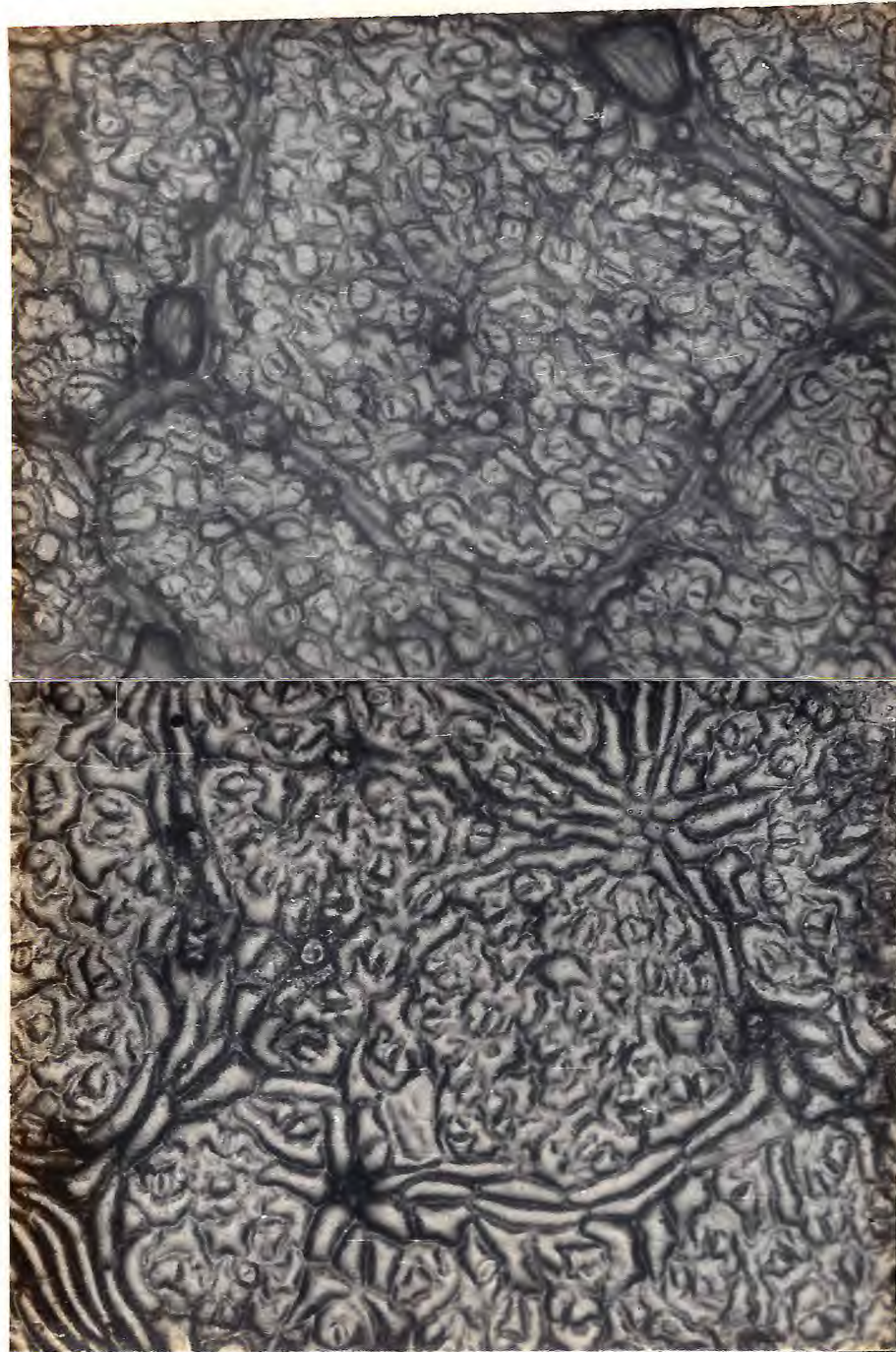


FIGURA 3 - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face adaxial da folha de algodão Mocô.

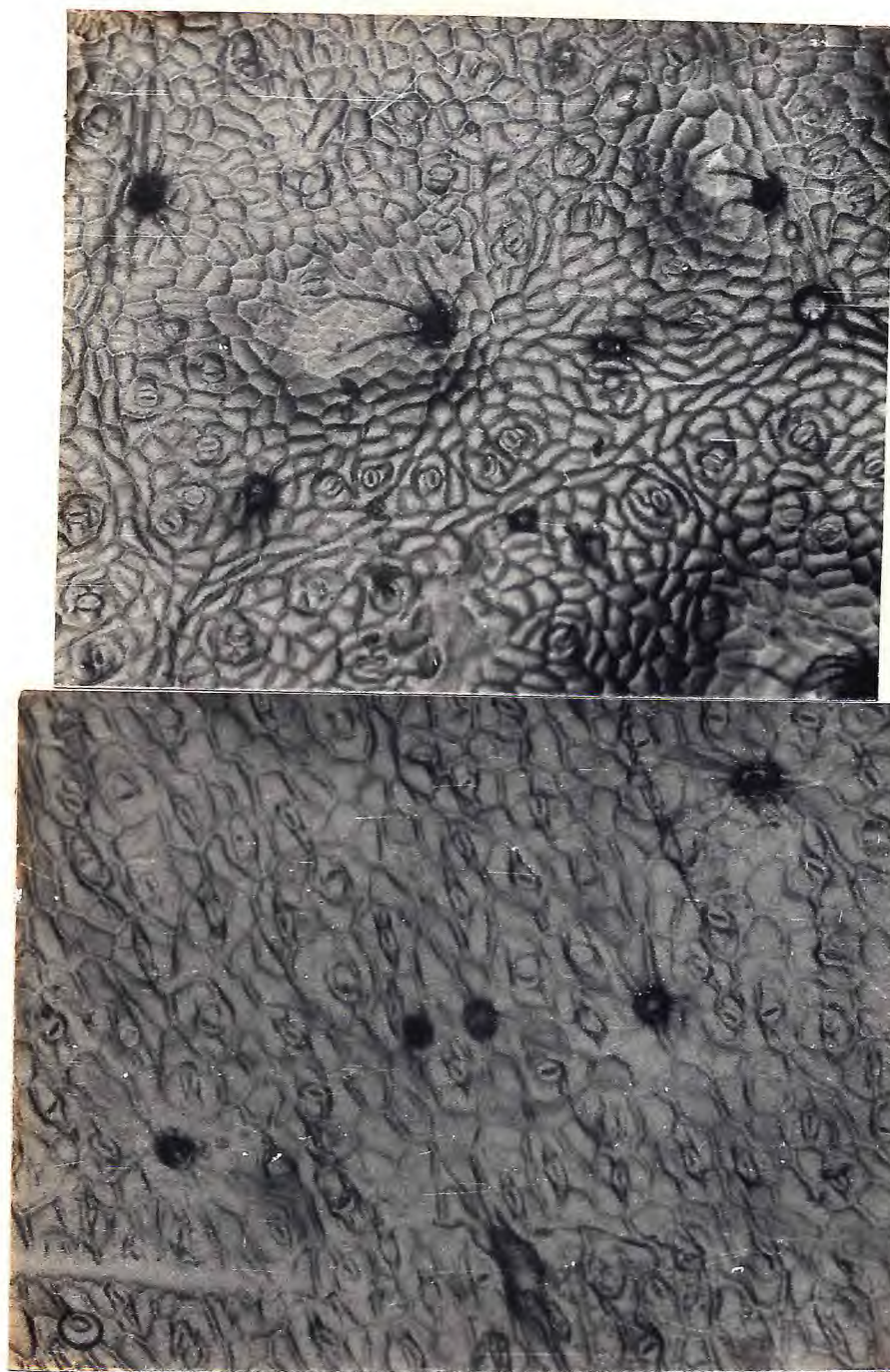


FIGURA 4 - Fotomicrografias (100x) demonstrando a forma de distribuição dos estômatos na face adaxial da folha de algodão Rim-de-boi.

enquanto que o algodão 'Upland' de DALE (1861) mostrou de 107 a 121 e 37 a 50. Já o tipo egípcio de BROW & WARE (1961) de 166 a 176 e de 44 a 97. Tais variações são certamente resul
tantes das diferenças em patrimônio genético dos materiais e nas condições ambientais em que estes foram cultivados.

4.2.- Densidade Estomatal da Folha em Três Regiões das Plan tas de Diferentes Tipos de Algodão

A análise de variância dos dados relativos à densida
de estomatal da face adaxial da folha nas regiões do topo, meio e base da planta dos tipos Verdão, Mocô, Herbáceo e Rim-de-boi, mostrou que todas as fontes de variação apresentaram efeitos significativos (Tabela 6).

O exame da Tabela 7 evidencia que as densidades mé
dias estomatais da folha tendem a aumentar da base para o to
po da planta nos tipos Verdão, Herbáceo e Mocô. No tipo Rim-de-boi não houve diferenças significativas entre as médias das 3 regiões da planta. Observa-se que, nos tipos Verdão e Herbáceo, diferenças significativas ocorrem apenas entre as médias do topo e da base da planta, enquanto que no tipo Mo
cô, o valor do topo diferiu estatisticamente daqueles obtidos nas demais regiões.

O aumento da densidade estomatal da base para o to
po da planta, observado nos tipos de algodão Verdão, Herbá
ceo e Mocô, é consistente com as variações encontradas em di
versas outras espécies vegetais (CAIN & POTZGER, 1940; DOBRENZ & COLE, 1970; SHERMAN & BEARD, 1972 e SAPRA et alii, 1975). Esta variação se deve certamente ao fato de grande parte das folhas mais jovens do topo da planta não terem ainda atingido o tamanho final e, mais provavelmente, às diferenças nas con
dições ambientais no perfil da planta. O gradiente vertical de densidade estomatal da folha na planta tem sido frequente
mente atribuído a maior deficiência hídrica nas partes supe
riores, resultantes das mais altas luminosidade e ventilação

TABELA 6 - Análise de variância da densidade estomatal da face adaxial da folha, em regiões da planta de diferentes tipos de algodão.

Causas de Variação	G.L.	Q.M.
Tipo (T)	3	459,71*
Planta/Tipo (P/T)	16	33,20*
Região (R)	2	1.309,36*
Folha/Região/Planta/Tipo (F/R/P/T)	180	14,33*
R x T	6	177,50*
R x (P/T)	32	69,06*
Resíduo	720	0,36
C.V. (%)		5,42

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 7 - Densidade estomatal ($n^\circ/0,1197\text{mm}^2$) da face adaxial da folha das regiões do topo, meio e base da planta, de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Região da Planta		
	Topo	Meio	Base
Verdão	13,91 abA ^{1/}	10,88 aAB	9,59 aB
Herbáceo	13,08 abA	10,05 aAB	8,49 aB
Mocô	16,59 aA	11,38 aB	10,28 aB
Rim-de-boi	9,94 bA	8,20 aA	10,32 aA

1/ Numa mesma linha, médias seguidas da mesma letra maiúscula e, numa mesma coluna, da mesma letra minúscula, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

(KNECHT & ORTON, 1970; KNECHT & O'LEARY, 1972). A deficiência hídrica, reconhecidamente, limita a expansão da superfície foliar, favorecendo a formação de folhas menores e mais espessas.

Para efeito de comparação entre os tipos de algodão estudados, consideraram-se apenas os dados de densidade estomatal, relativos às regiões do meio e da base da planta, admitindo-se que nestas regiões, maior quantidade de folhas tivesse atingido seu tamanho final.

A Tabela 7 mostra que não houve diferenças significativas entre as médias de densidade estomatal da face adaxial da folha na região da base da planta dos 4 tipos de algodão. Nota-se, no entanto, nesta coluna de dados, ligeira tendência de os tipos Mocô e Rim-de-boi apresentarem maior densidade que o Verdão e o Herbáceo.

Os resultados obtidos no estudo inicial, relativos à densidade estomatal de folhas da região do meio da planta dos tipos Verdão, Herbáceo e Mocô, são apresentados na Tabela 8. Os dados para a face adaxial da folha confirmaram a tendência sugerida pelos valores apresentados na Tabela 7, com o tipo Mocô apresentando densidade estomatal estatisticamente superior à dos tipos Verdão e Herbáceo. A face abaxial do tipo Mocô apresentou densidade estomatal significativamente mais alta que a do Herbáceo, com o Verdão colocando-se em posição intermediária.

As diferenças de densidade estomatal da folha encontradas entre os diferentes tipos de algodão observados, podem servir para se traçar suas origens, desde que relacionadas com as características da folha de seus prováveis ancestrais tal como tem sido feito para outras plantas (GUERIN & DELAVEAU, 1968; OKPON, 1969 e ELLISON & TIANGO, 1970). Tais diferenças também podem ser empregadas na identificação de mecanismos adaptativos, que constituem a base para o desenvolvimento de cultivares com alta eficiência de uso d'água, apesar das características morfológicas da folha constituírem apenas um entre diversos outros fatores determinantes da variação em balanço d'água entre plantas (FREELAND, 1948; FAHN, 1964; TEARE et alii, 1971).

TABELA 8 - Densidade estomatal ($\text{n}^\circ/0,1197\text{mm}^2$) das diferentes faces da folha da região do meio da planta de diferentes tipos de algodão.

Tipo	Faces da Folha	
	Adaxial	Abaxial
Verdão	11,43 b ^{1/}	23,19 ab
Herbáceo	11,52 b	21,80 b
Mocô	13,51 a	24,53 a

^{1/} Numa mesma coluna, médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No presente estudo, a tendência do algodão Rim-de-boi e mais conspicuamente do Mocô de apresentarem maior densidade estomatal da folha que o Verdão e o Herbáceo se relaciona certamente com a reconhecida maior adaptabilidade às condições xerófilas dos 2 primeiros tipos. O maior número de estômatos por área foliar tem sido reconhecido em diversos trabalhos como uma característica xeromórfica, conferindo à planta maior tolerância às deficiências hídricas (MEIDNER & MANSFIELD, 1968; GINDEL, 1969; KNECHT & ORTON, 1970; CIHA & BRUN, 1975; RODELLA et alii, 1982). Torna-se oportuno ressaltar que, a definição do mecanismo completo de adaptação às condições de deficiência hídrica dos tipos de algodão observados, requer o conhecimento de diversas outras características morfológicas e, também fisiológicas, das plantas.

5 - CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, conclui-se que:

- 1 - A região basal da folha dos tipos de algodão Herbáceo e Mocô tende a apresentar maior densidade estomatal que as partes mediana e apical.
- 2 - A face abaxial da folha dos tipos de algodão Verdão, Herbáceo e Mocô apresenta densidade estomatal cerca de 2 vezes superior a da face adaxial.
- 3 - Dentro da mesma face da folha, a densidade estomatal tende a ser mais uniforme no algodão Verdão em comparação com os tipos Herbáceo e Mocô.
- 4 - Não se constata diferenças aparentes na forma de distribuição dos estômatos nas folhas dos tipos de algodão Verdão, Herbáceo, Mocô e Rim-de-boi.
- 5 - A densidade estomatal da folha tende a aumentar da base para o topo da planta nos tipos de algodão Verdão, Herbáceo e Mocô.
- 6 - Os tipos de algodão Rim-de-boi e Mocô, reconhecidamente mais adaptáveis às condições de deficiência hídrica, tendem a apresentar maior densidade estomatal que o Verdão e o Herbáceo.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOULANGER, J. & PINHEIRO, D. Polymorphisme des types de cotonnière cultivées, relations génétiques entre ces types; origine des types "Mocô" et "Verdão". Coton et Fibres Tropicales... 26 (3): 319 - 353, 1971.
- BROW, H. B. & WARE, J. O. Algodão. México, ed. Hispano Americana, 1961. 632p.
- CAIN, S.A. & POTZGER, A. A comparison of leaf tissues of Gaylussacia bacata grown under different conditions. Amer. Midland Nat. 24: 444 - 62, 1940.
- CIHA, A.J. & BRUN, W. A. Stomatal size and frequency in soy bean. Crop. Sci. 15: 309 - 13, 1975.
- COLE, D. F. & DOBRENZ, A. K. Stomate density of alfafa (Medicago sativa L.). Crop. Sci., 10: 61 - 63, 1970.
- DALE, J.E. Investigation into the stomatal physiology of Upland cotton. Ann. Bot. 25: 38 - 50. 1961.
- DOBRENZ, A. K.; WRIGHT, L. N.; HUMPHREY, A. B.; MASSENGALE, M. A. & KNEEBONE, W. R. Stomate density and its relationship to water-use efficiency of blue panicgrass (Panicum antidotale Retz.). Crop. Sci., 9 (3): 354 - 57, 1969.
- _____. COLE, D. F. & JOY, R. J. Comparison of materials for reducing evaporation of soil moisture in water efficiency studies. Agron. J., 60: 446, 1970.
- ECKERSON, S. H. The number and size stomata. Bot. Gaz. 46: 221 - 24, 1908.

- ELLISON, J. H. & TIANGO, E. S. Differentiating diploid from tetraploid seedling of Asparagus officinalis. HortScience, 5 (3): 173 - 74, 1970.
- FAHN, A. Some anatomical adaptations of desert plants. Phytomorphology. 93 - 102, 1964.
- FREELAND, R. O. Photossynthesis in relation to stomatal frequency and distribution. Plant Physiol. 23: 595-600, 1948.
- GINDEL, I. Stomatal number and size as related to soil moisture in tree xerophytes in Israel. Ecology, 50 (2): 263 - 67. Illus. 1969.
- GUERIN, H. P. & DELAVEAU, P. On some differential histological characteristic of the genera Vinca and Catharanthus. Plant Med. Phytother, 2 (4): 281 - 291. Illus. 1968.
- HEATH, O. V. S. Control of stomatal movement by a reduction in the normal carbon dioxid content of the air. Nature, 161: 179 - 181, 1948.
- _____. The role of carbon dioxid in the response of stomata. J. Exp. Bot. 1: 29 - 62, 1950.
- _____. & MILTHORPE, F. L. The role of carbon in the light response of stomata. J. Exp. Bot. 1: 227 - 43, 1950.
- _____. & RUSSEL, J. Part II. Interactions with carbon dioxide J. Exp. Bot. 5: 269 - 92, 1954.
- HEICHEL, G. H. Stomatal movements, frequencies and resistences in two maize varieties differing in photosynthetic capacity. J. Exp. Bot. 22 (72): 644 - 49, 1971.
- _____. Genetic control of epidermal cell and stomatal frequency in maize. Cron. Sci., 11: 830 - 32, 1971.

- JANK, R. A. Transpiration resistance in Vaccinium myrtillus.
Amer. J. Bot. 57 (9): 1051 - 1054, 1970.
- KETELLAPPER, H. J. Stomatal physiology. Ann. Rev. Plant. Physiol. 14: 249 - 70, 1963.
- KNECHT, G. N. & ORTON Jr, E. R. Stomate density in relation to winter hardiness of Ilex opaca Ait. J. Am. Soc. Hort. Sci., 95: 341 - 45, 1970.
- _____. & O'LEARY, J. W. The effect of light on stomata number and density of Phaseolus vulgaris (L.). Leaves. Bot. Gaz., 133: 132 - 34, 1972.
- MEIDNER, H. & MANSFIELD T. A. Physiology of Stomata. McGraw-Hill, New York, 1968. 179 p.
- MILLER, E. C. Plant Physiology. McGraw-Hill, New York, 1938. 198p.
- MISKIN, K. E. & RASMUSSEN, D.C. Frequency and distribution of stomata in barley. Crop. Sci., 10: 575 - 78, 1970.
- _____. & MOSS, D. N. Inheritance and physiological effects of stomata frequency in barley. Crop. Sci., 12: 780-83, 1972.
- McCREE, K. J. & DAVIS, S. D. Effect of water stress and temperature on leaf size and size and number of epidermal cells in grain sorghum. Crop. Sci., 14: 751 - 55, 1974.
- MUENSCHER, W. L. C. A study of the relationship of transpiration to the size number of stomates. Amer. J. Bot., 2: 487 - 504, 1915.
- NOGGLE, G. R. & FRITZ, G. J. Introduction to Plant Physiology. Englewood cliffs. New Jersey. 1976. 688p.

- OKPON, E. N. U. Morphological notes on the genus Cassia: I. Notes Roy Bot. Gaid. Edisiburgh., 29 (2): 185 - 195. Illus., 1969.
- ORMOD, D. J. & RENNEY, A. J. A survey of weed leaf stomata and trichomes. Can. J. Plant. Sci., 48: 197 - 209, 1968.
- PALI WAL, S. C. Epidermal structure and distribution of stomata in Aponogeton natans L. Engl. and Krause. Current Sci., 45: 386 - 87, 1976.
- RASCHKE, K. Stomatal action. Ann. Rev. Plant Physiol. 26: 309 - 40, 1975.
- _____. How stomate resolve dilema of opposing priorities. Phil Trans. Roy. Soc. (London), ser. B, 273 (927): 551-60, 1976.
- REED, H. S. & HIRANO, E. The density of stomata in citrus leaves. Jour. Agric. Res. 43 (3): 209 - 22, 1931.
- RODELLA, R.A. Características de anatomia foliar, arquitetura da planta e fenologia de cultivares de Sorghum bicolor (L.) Moench. Jaboticabal, FCAVJ - UNESP, 1980. 150p. (Dissertação de Mestrado).
- _____.; ISHIY, C. M.; MAIOMONI - RODELLA, R.C. S. & AMARAL JUNIOR, A. Número e distribuição dos estômatos em folhas de duas espécies de Brachiária. R. Poliargo, Bandeirantes, PR, 4 (1 - 2): 1 - 10, 1982.
- SANTOS, E. O. Germplasm evaluation and inheritance studies of stomata density and other plant characteristics in soybean (Glycine max (L.) Merril). Ph.D. Thesis Cornell Univ. Ithaca, N. Y. 152 p., 1978.
- SAPRA, V.T.; HUGHES, J. L. & SHARMA, G. C. Frequency, size and distribution of stomata in Triticale leaves. Crop. Sci.,

15 (3): 356 - 58, 1975.

SHARPE, P. J. H. Adaxial and abaxial resistance of cotton in the field. Agr. Jour., 65: 570 - 74, 1973.

SHERMAN, R. C. & BEARD, J. B. Stomatal density and distribution in Agrostis as influenced by species, cultivar, and leaf blade surface and position. Crop. Sci., 12: 822 - 23, 1972.

SILVA, W. J. da.; HIRATO, H. O.; MEDINA, D. M. & LONGO, R. S. Características anatômicas e morfológicas do novo cultivar de milho Erecta. C. Cult., 28 (6): 657 - 64, 1975.

SOUZA, J. G. de & NETO, M. B. O acúmulo de reservas de amido na raiz e resistência à seca em algodoeiro, (Gossypium hirsutum L.). II Reunião Nacional do Algodão. C. Grande. 86, 1982.

STODDARD, F. M. Identifying plants by leaf epidermis characters. Cann. Agr. Expt. Sta Cis., 227. 1965.

TAN, G. Y. DUNN, G. M. Stomatal length, frequency, and distribution in Bromus inermis Leyss. Crop. Sci., 15 (3): 283 - 86, 1975.

TEARE, I. D. & KANEMASU, E. T. Stomatal frequency and distribution on the inflorescence of Triticum aestivum. Can. J. Sci., 52: 89 - 94, 1972.

_____.: PETERSON, O. J. & LAW, A. G. Size and frequency of leaf stomata cultivars of Triticum aestivum L. and Triticum species. Crop. Sci., 11: 496 - 98, 1971.

TUZ, A. S. & LOZITSKIII, A. Y. Polyploid cultivars of apple and pear. Genetika, 6 (9): 41 - 50, 1970