

EFEITO DA DEFICIÊNCIA DE ÁGUA NA ANATOMIA FOLIAR DE CULTIVARES DE MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz. I - DENSIDADE ESTOMÁTICA. *

Yvone Matos Cerqueira

Prof. Assistente do Dep. de Ciências Biológicas

RESUMO - Este trabalho considera a avaliação de quatro cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) submetidas, ou não, a um período de estresse hídrico. O ensaio foi instalado no Centro Nacional de Pesquisas de Mandioca e Fruticultura (EMBRAPA/CNPMPF), em Cruz das Almas - Bahia, de setembro de 1988 a janeiro de 1989. O estudo da densidade estomática foi realizado em lâminas de microscopia ótica contendo impressões das epidermes foliares. A quantificação dos dados foi feita com o uso da ocular micrométrica calibrada com a lâmina micrométrica objetiva, os dados foram submetidos a tratamento estatístico e às médias comparadas pelo teste de Tukey. Foram detectadas diferenças entre e dentre cultivares significativamente para a densidade estomática, concluindo-se que o cultivar Guamanara (BGM 054) mostrou-se mais sensível, adaptando-se à situação de estresse hídrico e mostrando melhor capacidade de recuperação, no período de reidratação que os demais cultivares. As características anatômicas da mandioca revelam que essa espécie é naturalmente resistente à deficiência hídrica no solo.

ABSTRACT - This work considers the evaluation of four cassava *Manihot esculenta*, Crantz cultivars, submitted or not to a period of water stress. The studies were carried out in the "Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura" (EMBRAPA/CNPMPF) located at Cruz das Almas - Bahia, from September 1988 to January 1989. The density of the stomata was done in fresh plant material and leaf impressions, with an ocular microscope. The results were submitted to statistical analysis and the averages compared among-cultivars, were detected, specifically for density of the stomata. The cultivar "Guamanara" (BGM 054) proved to be more sensitive to changes in the water status in soil and in the plant adapting itself to the situation of stress with a better recuperation after release of stress. On a general basis, the anatomical characteristics reveal that the species naturally resistant to water stress.

INTRODUÇÃO

A seca tem sido um dos fatores que mais limitam a produção nas regiões áridas

* Este trabalho é parte da Dissertação de Mestrado intitulada: EFEITO DA DEFICIÊNCIA DE ÁGUA NA ANATOMIA FOLIAR DE CULTIVARES DE MANDIOCA *Manihot esculenta* Crantz.

e semi-áridas do mundo. Por isso, a resistência à seca tem despertado grande interesse na pesquisa agrônômica, principalmente, quando estudada em relação às plantas de valor econômico.

Nas regiões secas, a produtividade biológica máxima não é atingida e a ocorrência da flora se limita a espécies capazes de atravessar grandes períodos de deficiência hídrica, utilizando estratégias de resistência, tais como: escape, acelerando os processos de germinação, crescimento e desenvolvimento (ARNON, 1965; SLATYER, 1967; SULLIVAN e EASTIN, 1975), tolerância, sendo capazes de manter valores internos de potencial de água elevados, ou manter o turgor celular, mesmo sob condições de seca (JONES et al., 1982; KRAMER, 1963; SALISBURY e ROSS, 1978).

Algumas espécies previnem a perda de água mediante maior sensibilidade estomática; são as espécies consideradas preventivas, enquanto outras são capazes de permanecer fotossintetizando, mesmo quando ocorre uma redução no seu conteúdo hídrico, são as espécies tolerantes (EL-SHARKAWY et al., 1984b; EL-SHARKAWY et al., 1984c; EL-SHARKAWY et al., 1987b; LEVITT, 1972; PORTO, 1983).

SALISBURY (1927) refere-se a notáveis diferenças encontradas na frequência estomática dentro da mesma espécie e para o mesmo indivíduo, demonstrando haver correlação negativa entre o número de estômatos e a área foliar, diferenças entre o número de estômatos nas várias partes de uma mesma folha quando cultivada em ambientes contrastantes, como úmido e seco, concluindo que o estado de umidade interno e externo da folha controla fatores determinantes do número de estômatos.

A mandioca pertence à família Euphorbiaceae, gênero *Manihot* com cerca de 200 espécies, sendo a mais importante a ***Manihot esculenta*** Crantz, pelo seu maior interesse econômico. É cultivada em todas as regiões tropicais entre as latitudes 30° N e 30° S, com maior concentração entre os paralelos 20° N e 20° S. É considerada cultura de subsistência na maioria das regiões de cultivo (COCK et al., 1987; CONCEIÇÃO, 1986; HOSTALCIO e CORREIA, 1979; PAX, X.F. e HOFFMANN, K, 1919).

A planta possui porte arbustivo, variando em aspecto e tamanho, em função das condições ecológicas. É planta adaptada às mais variadas condições climáticas e apresenta grande variabilidade genética, ainda pouco explorada. É, geralmente, cultivada em áreas onde a temperatura é superior a 20°C e as precipitações superiores a 500 mm anuais. O ciclo de cultivo é variável de acordo com as condições de desenvolvimento. O período entre o plantio e a colheita pode ser pequeno, de nove meses a um ano, em áreas quentes, ou longo, acima de dois anos, em regiões frias e/ou secas (COCK, 1984).

A mandioca é uma das mais promissoras fontes de energia vegetal, sendo utilizada na alimentação humana e animal, constituindo-se em alimento básico para mais de 300 milhões de pessoas (COCK et al., 1987; CONNOR e PALTA, 1981; PORTO, 1983).

Conforme CONNOR e PALTA (1981), a mandioca pode permanecer, no campo, por longo período sem chuvas; sob essas condições de seca, a cultura pode produzir de três a cinco toneladas de raízes secas por hectare, anualmente, enquanto outras culturas não suportariam tais condições. Pela capacidade de produzir em condições edáficas e atmosféricas tão adversas, é que alguns cultivares de mandioca podem ser consideradas resistentes à seca (COCK, 1984).

A mandioca pode desenvolver-se e produzir relativamente bem onde as quantidades de nutrientes e água, no solo, são limitantes para outras culturas (PORTO, 1983). Segundo CONCEIÇÃO (1986), a planta de mandioca necessita de um suprimento hídrico adequado, na primeira fase de seu ciclo, isto é, no período de brotamento e estabelecimento de cultura, após o que, déficits de água por períodos relativamente prolongados não causam maiores problemas. Para OLIVEIRA et al., (1980), os períodos compreendidos entre 30 e 150 dias após o plantio são os mais críticos, quanto à deficiência hídrica, no solo, para a cultura da mandioca.

De todos os órgãos das plantas, as folhas são os mais sensíveis ao déficit hídrico, podendo tornar-se mais espessas, com redução no tamanho das células epidérmicas e do mesófilo, aumento da espessura das paredes externas da epiderme e da cutícula, aumento do número e redução do tamanho dos pelos das folhas, abundância de substâncias protetoras, enrolamento e aceleração dos processos de abscisão (BRADFORD e HSIAO, 1982; HSIAO, 1983; PORTO, 1983). Em mandioca, a redução do volume de água perdida pela planta ocorre por conta das mudanças observadas no mecanismo estomático, tamanho e distribuição dos estômatos (CONNOR e PALTA, 1981).

Segundo PORTO (1989), os estômatos de mandioca são extremamente sensíveis às variações nas condições atmosféricas, devido aos efeitos do Déficit de Pressão de Vapor (DPV) entre a folha e o ambiente, no mecanismo estomático da planta. Plantas de mandioca são capazes de reduzir as perdas de água, em função de maior demanda evaporativa, sob condições de menor disponibilidade hídrica. Isso mostra que a demanda atmosférica é um fator chave na regulação das perdas de água, em mandioca (EL-SHARKAWY et al., 1984c).

De acordo com PORTO (1983), o controle estomático da perda de água é muito eficiente, em mandioca, devido à mudanças nos caracteres anatômicos do aparato estomático e pela maior sensibilidade do estômato da mandioca à umidade do ar e para a diferença de vapor entre a folha e o ar, havendo diferenças varietais, tais como as encontradas por EL-SHARKAWY et al., (1982).

Dados publicados recentemente por COCK et al., (1987) e EL-SHARKAWY et al., (1987b), sugerem que a planta de mandioca adota um mecanismo intermediário entre as espécies C_3 e C_4 . Os resultados obtidos pelos autores indicam que, naqueles cultivares anfistomáticos pode haver uma reciclagem, no parênquima paliádico do CO_2 produzido no processo de fotorrespiração, elevando, assim, a taxa fotossintética líquida.

Os esforços de pesquisa feitos por COCK et al., (1987) e EL-SHARKAWY

e COCK (1987a,b), indicam que existem diferenças entre variedades de mandioca, com relação ao processo fotossintético, o que parece estar diretamente relacionado com a anatomia foliar.

Com o objetivo de oferecer subsídios para estudos de fisiologia de cultivares de mandioca, bem como ajudar na identificação de cultivares com características anatômicas de resistência à seca, estudou-se, neste trabalho, o efeito da deficiência de água na anatomia foliar de cultivares de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de mandioca e Fruticultura (EMBRAPA-CNPMF), em Cruz das Almas, Estado da Bahia, no período de setembro de 1988 a janeiro de 1989.

Foram utilizadas quatro variedades de mandioca: Aipim Bravo (BGM 001), Guamanara (BGM 054), Cigana Preta (BGM 116) e Paulo Rosa (BGM 120), provenientes do Banco Ativo de Germoplasma do CNPMF, apresentando diferentes graus de condutância foliar à saída de vapor d'água (PORTO, 1989).

O experimento foi conduzido a céu aberto, em sacos plásticos, contendo cada um 60Kg de solo adubado. Os cálculos de adubação foram feitos de acordo com os resultados da análise de solo, obedecendo ao seguinte esquema: 3g de uréia como fonte de nitrogênio, mais 10g de superfosfato triplo, como fonte de P_2O_5 , por saco de 60Kg de solo, no plantio, e mais 3g de uréia, 30 dias após a brotação.

No plantio foram utilizadas manivas com, aproximadamente, 20cm de comprimento e pesando cerca de 150g, tratadas com uma solução fungicida-inseticida, plantadas na posição vertical. Os sacos plásticos foram distribuídos no espaçamento de 0,80m entre fileiras e entre plantas. A solução fungicida-inseticida compunha-se de: 20l de água, 40g de Manzate D, 60ml de Dieldrex. O tratamento foi feito por imersão das manivas, na solução, durante cinco minutos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2, envolvendo quatro variedades e dois níveis de água no solo, com e sem estresse, com cinco repetições, cada uma representada por uma planta. No tratamento sem estresse, as plantas foram cultivadas durante todo o experimento, em solo próximo à capacidade de campo. No tratamento com estresse, as plantas foram irrigadas até a idade de 60 dias após o plantio. Entre 60 e 100 dias após o plantio as plantas deixaram de ser irrigadas, a partir de então voltaram a receber água, diariamente, até os 120 dias, após o plantio. No período de 60 a 120 dias foram realizadas sete amostragens de material vegetal (folhas), para as avaliações, conforme a Tabela 1.

Para evitar que as plantas estressadas recebessem água de chuva após os 60 dias de ciclo e até os 100 dias, as bordas dos sacos foram cobertas com filme

TABELA 1 - Esquema de amostragem do material vegetal (folhas), para as avaliações

AMOSTRAGEM	DIAS DE TRATAMENTO	IDADE DA PLANTA(dias)	SITUAÇÃO DAS PLANTAS COM ESTRESSE
1ª	0	60	0 dias sem água
2ª	10	70	10 dias sem água
3ª	20	80	20 dias sem água
4ª	30	90	30 dias sem água
5ª	40	100	40 dias sem água
6ª	50	110	10 dias de reidratação
7ª	60	120	20 dias de reidratação

de polietileno negro, atado com barbante.

Em cada avaliação, utilizaram-se folhas do 6º nó, contados do ápice para a base, a fim de que, em todas as épocas de coletas, as folhas apresentassem o mesmo estágio de desenvolvimento.

As diferenças estatísticas encontradas entre as médias dos tratamentos utilizados, foram avaliadas pelo Teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

A determinação da densidade estomática foi realizada a partir de observações das lâminas contendo as impressões das epidermes foliares. A contagem dos estômatos foi feita com o auxílio da câmara clara Olympus, segundo LABOURIAU et al., (1961). A densidade estomática foi expressa em estômatos/mm², nos terços apical, mediano e basal, da epiderme abaxial da folha. Não foi feita a determinação da densidade estomática na epiderme adaxial da folha em razão da distribuição dos estômatos, nesta superfície foliar, estar restrita apenas às proximidades dos maiores feixes vasculares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da contagem dos estômatos por unidade de área são mostrados na Fig.1. Verifica-se que o número de estômatos por unidade de área aumenta com o aumento da deficiência hídrica do solo, havendo diferenças significativas entre variedades e dentro da mesma variedade, entre plantas submetidas e/ou não submetidas ao estresse hídrico. Observa-se que não houve aumento do número de estômatos em plantas desenvolvidas em boas condições de hidratação do solo.

A densidade estomática média encontrada em plantas não estressadas foi em torno de 560 est/mm² (Tabela 2). Esses resultados concordam com as observações

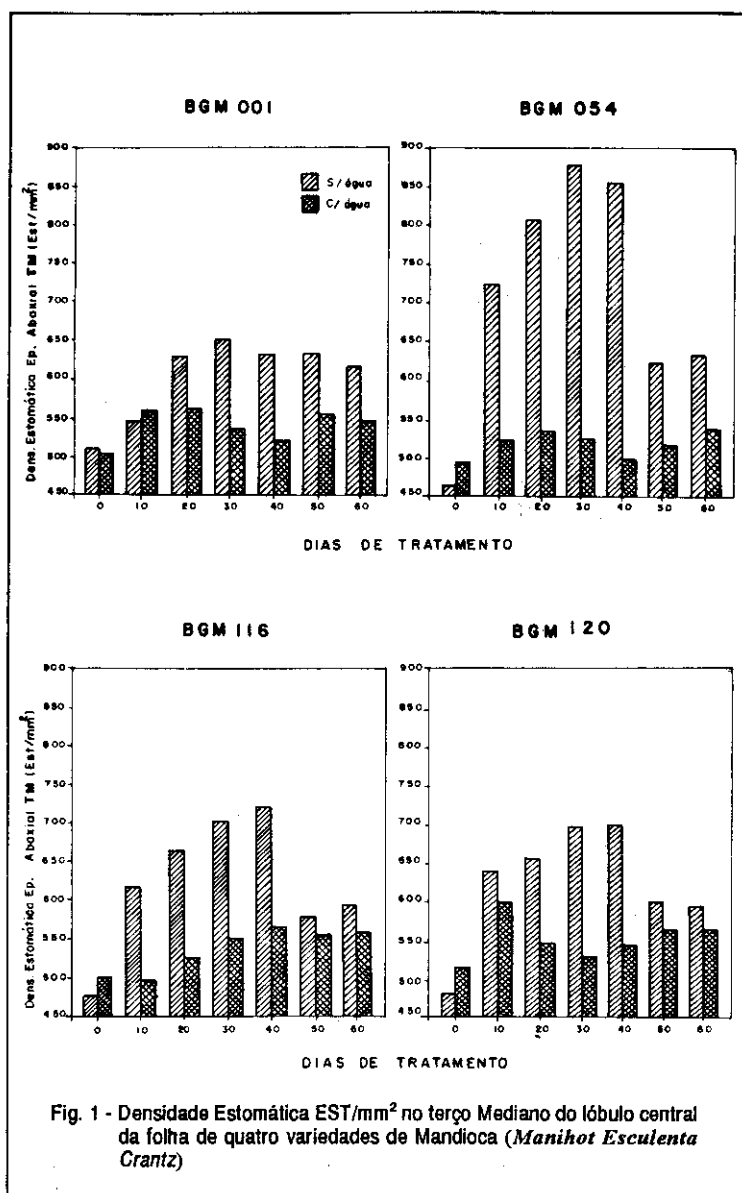


TABELA 2 - Densidade estomática (est/mm²). Epiderme abaxial, nos 3 terços da folha, com níveis de significância entre as médias

REGIÃO DA FOLHA	TRATAMENTO CULTIVAR	ÁGUA	DIAS DE TRATAMENTO		
			0	40	60
Terço Apical	BGM 001	S/ água	506,00a	*c630,00a*	b620,00a
	Aipim Bravo	C/água	500,00a	520,00b	550,00b
	BGM 054	S/água	464,00a	**a860,00a**	b640,00a
	Guamanara	C/água	494,00a	502,00b	542,00b
	BGM 116	S/água	476,00a	**b720,00a**	a590,00a
	Cigana Preta	C/água	502,00a	564,00b	556,00b
	BGM 120	S/água	480,00a	**b700,00a*	a594,00a
	Paulo Rosa	C/água	516,00a	544,00b	566,00b
	BGM 001	S/ água	514,00a	*c662,00a*	b630,00a
	Aipim Bravo	C/água	520,00a	562,00b	568,00b
Terço Mediano	BGM 054	S/água	500,00a	**a906,00a**	a656,00a
	Guamanara	C/água	510,00a	534,00b	560,00b
	BGM 116	S/água	496,00a	**b722,00a**	c590,00a
	Cigana Preta	C/água	510,00a	606,00b	580,00a
	BGM 120	S/água	534,00a	**720,00a**	b624,00a
	Paulo Rosa	C/água	538,00a	590,00b	570,00b
	BGM 001	S/ água	506,00a	*c600,00a*	b580,00a
	Aipim Bravo	C/água	520,00a	520,00b	500,00b
	BGM 054	S/água	542,00a	**a840,00a**	a612,00a
	Guamanara	C/água	500,00a	474,00b	554,00b
Terço Basal	BGM 116	S/água	520,00a	**b700,00a**	b542,00a
	Cigana Preta	C/água	556,00a	570,00b	490,00b
	BGM 120	S/água	520,00a	**b676,00a*	b562,00a
	Paulo Rosa	C/água	510,00a	568,00b	516,00b

Letras diferentes representam diferença significativa entre as médias.

Letras à direita comparam diferenças dentro da variedade e à esquerda comparam diferenças entre as variedades.

de EL-SHARKAWY et al., (1984a) e CONNOR e PALTA (1981), segundo as quais, sob condições relativamente constantes de umidade e quando a expansão foliar não sofre restrição séria, os estômatos de mandioca são menores e relativamente mais densos que em outras espécies, com cerca de 500 est/mm².

Aos 40 dias de tratamento (estresse máximo) observou-se um aumento da densidade estomática, nas plantas submetidas a estresse hídrico, da ordem de 72,73% para variedade Guamanara (BGM 054); 28,58% para Paulo Rosa (BGM 120); 23,20% para Cigana Preta (BGM 116) e de 18,11% para Aipim Bravo (BGM 001) em relação às plantas não estressadas. Portanto, as maiores diferenças foram observadas na variedade Guamanara (BGM 054), onde o aumento da densidade, devido à deficiência hídrica do solo, foi altamente significativo, pelo teste de Tukey (Tabela 2).

Sob estresse, quando a expansão foliar é seriamente reduzida, os estômatos da folha de mandioca são igualmente pequenos e mais densos por unidade de área (Tabela 3). Neste trabalho, a densidade estomática chegou a cerca de 900 est/mm² (Fig.1). Estes resultados confirmam aqueles encontrados por EL-SHARKAWY et al., (1984a), para diferentes cultivares de mandioca. Com relação à distribuição dos estômatos nos três terços da folha, observou-se que, para todos os cultivares, em todas as épocas de avaliação, independente do tratamento de estresse hídrico, as plantas apresentaram, em média, maior densidade no terço mediano seguidos dos terços apical e basal (Tabela 3).

No período de recuperação (40 a 60 dias de tratamento), observou-se uma diminuição gradativa da densidade estomática sendo que o cultivar Guamanara (BGM 054) apresentou maior capacidade de recuperação que os demais (Fig.1).

É importante destacar que o aumento da densidade estomática em função do estresse hídrico, foi acompanhado de uma redução no tamanho da folha (Tabela 4). Esse resultado está de acordo com aqueles encontrados por SALISBURY (1927), que demonstrou haver correlação negativa entre número de estômatos e a área foliar, e com as observações de EL-SHARKAWY et al., (1984a) que encontraram diferenças varietais, em mandioca, para as características do aparelho estomático, essencialmente devidas à grande densidade estomática resultante do estresse hídrico. Para METCALF e CHALK (1950), o número de estômatos é uma característica genética. Portanto, a variação da densidade estomática para mais, esteve associada à diminuição da lâmina foliar, concordando com as observações de SUTCLIFFE (1980), para quem o número de estômatos por unidade de área foliar é maior em condições xéricas. Para ele este fato pode ser atribuído à redução da expansão foliar.

Não foi realizada a avaliação da densidade estomática na epiderme adaxial da folha, em decorrência da irregularidade de distribuição dos estômatos, nessa superfície, ficando os mesmos restritos às vizinhanças dos feixes vasculares de maior porte. Entre as variedades estudadas, apenas o cultivar 'Guamanara' (BGM 054), possuiu melhor distribuição e maior densidade estomática na face adaxial da lâmina foliar.

Com a finalidade de observar se os estômatos, da face adaxial da folha das

TABELA 3 - Comparação entre os valores da densidade estomática, nos Terços Apical Mediano e Basal, na epiderme abaxial da folha (est/mm²)

CULTIVAR	REGIÃO DA FOLHA*	DIAS DE TRATAMENTO						
		0	10	20	30	40	50	60
BGM 001 APIIM BRAVO	TA	506,00	542,00	626,00	650,00	630,00	630,00	620,00
	TM	514,00	586,00	646,00	668,00	662,00	606,00	630,00
	TB	506,00	570,00	584,00	608,00	600,00	570,00	580,00
	X	508,67	566,00	636,00	642,00	630,67	602,00	610,00
BGM 054 GUAMANARA	TA	464,00	724,00	808,00	880,00	860,00	628,00	640,00
	TM	500,00	754,00	852,00	914,00	906,00	632,00	656,00
	TB	542,00	712,00	800,00	840,00	840,00	614,00	612,00
	X	502,00	730,00	820,00	878,00	868,67	624,67	636,00
BGM 116 CIGANA PRETA	TA	476,00	614,00	660,00	700,00	720,00	576,00	590,00
	TM	496,00	670,00	710,00	746,00	722,00	580,00	590,00
	TB	520,00	590,00	674,00	672,00	570,00	514,00	542,00
	X	497,33	624,67	681,33	706,00	670,67	556,67	574,00
BGM 120 PAULO ROSA	TA	480,00	640,00	656,00	696,00	700,00	600,00	594,00
	TM	534,00	650,00	712,00	742,00	720,00	600,00	624,00
	TB	520,00	590,00	642,00	674,00	676,00	594,00	562,00
	X	511,33	626,67	670,00	704,00	698,67	598,00	593,33

* TA = Terço Apical, TM = Terço Mediano e TB = Terço Basal

TABELA 4 - Área estimada da folha (cm²)

TRATAMENTO		DIAS DE TRATAMENTO						
CULTIVAR	ÁGUA	0	10	20	30	40	50	60
BGM 001	S/água	274,46	208,46	143,80	185,16	*d186,94a*	158,32	c160,12a
Aipim Bravo	C/água	248,16	193,54	161,70	193,72	279,02b	258,72	164,56a
BGM 054	S/água	149,54	128,06	101,52	83,56	**b92,20a**	154,00	*a111,26a**
Guamanara	C/água	194,46	142,28	103,64	154,02	251,44b	163,22	188,26b
BGM 116	S/água	180,60	130,02	101,60	91,00	**a77,26a**	160,86	b138,00,a*
Cigana Preta	C/água	225,16	142,52	118,90	256,20	248,44b	208,08	173,50b
BGM 120	S/água	336,80	201,10	205,04	171,88	*c166,94a*	222,86	d190,78a
Paulo Rosa	C/água	314,72	210,46	191,08	241,40	308,72b	207,48	197,02a

Letras diferentes representam diferença significativa entre as médias.

Letras à direita comparam diferenças dentro da variedade e à esquerda comparam diferenças entre as variedades

variedades estudadas, eram funcionais, realizou-se o teste de infiltração de xilol (SUTCLIFFE, 1980). Constatou-se que esses estômatos eram funcionais porque, nas primeiras horas da manhã, a penetração do xilol era evidenciada pela mancha translúcida na superfície da folha. Ao meio dia e em horas de maior estresse interno e mais alta temperatura da folha, não havia penetração do xilol. Isso permitiu concluir que os mesmos eram funcionais e não estômatos aquíferos, como sugeridos por CONNOR e PALTA, (1981). Esses resultados estão de acordo com os encontrados por EL-SHARKAWY et al., (1984a) que, ao estudarem as características estomáticas em cultivares de mandioca, encontraram a presença de estômatos funcionais, também na epiderme adaxial da folha, e grande variabilidade genética no germoplasma de mandioca quanto à densidade estomática.

CONCLUSÃO

As plantas avaliadas, nas condições experimentais deste trabalho, mostraram capacidade de sobrevivência, em condições de deficiência hídrica do solo, com desenvolvimento de características anatômicas de adaptação a essa situação.

Quando submetidas a estresse hídrico, todas as plantas estudadas apresentaram aumento da densidade estomática, sendo o cultivar Guamanara (BGM 054) o que demonstrou maior capacidade de adaptação em função dessa característica anatômica.

Todos os cultivares estudados são portadores de boas condições de sobrevivência em ambientes xéricos, demonstrando ser a mandioca uma planta adaptada às condições de seca, entretanto o cultivar Guamanara (BGM 054) mostrou-se capaz de sobreviver em melhores condições, pois apresentou maior capacidade de adaptação ao estresse hídrico, recuperando-se facilmente, quando as condições de umidade do solo tornaram-se favoráveis.

Admite-se que o cultivar Guamanara (BGM 054) seja aquele que é melhor adaptado às condições ambientais da região, seguida do cultivar Cigana Preta (BGM 116).

Sugere-se que o Cultivar Guamanara (BGM 054) seja submetido a melhoramento genético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNON, I. *Physiological principles of dryland crop production*. In: CUPTER, W.S. *Physiological aspects of dryland farming*. New Delhy: Oxford & IBM Publishing Co., 1965.
- BRADFORD, K. J. HSIAO, T. C. *Physiological responses to moderate water stress*. In: LANGE, O. L. et al. *Physiological plant ecology II water relation and carbon assimilation*. Berlin: Spring Verlag, 1982.
- CONCEIÇÃO, A. J. *A mandioca*. São Paulo, Nobel, 1986.

- COCK, J. H. (*Cassava*) *The physiology of tropical field crops*. Edited by P.R. Colombia: Golds worthy and N. M. Fischer, 1984.
- COCK, J. H., ROSAS, C. S. *Ecophysiology of cassava*. Colômbia: CIAT, 1987.
- CONNOR, D. J., PALTA, J. Response of cassava of water shortage: III stomatal control of plant water status *Field Crop. Res. Amsterdam*, n.4, p.297-311, 1981.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J.H. Use efficiency of cassava. I effects of air humidity and gas exchange. *Crop. Science*, Madison, Wis, n.24, p.497-502, 1982.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J.H., CADENA, G. de. Influence of differences in leaf anatomy on net photosynthetic rates of some cultivars of cassava. *Photosynthetic Research. Dordrecht*, n.5, p.235-242, 1984a.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J. H.. Water use efficiency of humidity in cassava. III differing sensitivity of stomata to air humidity in cassava and other war, climate species. *Crop Science*, Madison, Wis, n.24, p.503-507, 1984b.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J.H., HELD, A.A. Photosynthetic response of cassava cultivars, (*Manihot esculenta* Crantz) from different habitats to temperature. *Photosynthesis Research, Dordrecht*, n.5, p.243-250, 1984c.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J.H., CADENA, G. de. Stomata characteristics among cassava cultivars and their relation to gas exchange. *Expl. Agric.* n.20, p.67-76, 1987a.
- EL-SHARKAWY, M. A., COCK, J.H. Response of cassava to water stress. Plant and soil. *Dordrecht*, n.100, p.345-360, 1987b.
- HOSTALACIO, S., CORREIA, A. Aspectos de fisiologia em mandioca. *Informe Agrônomo*. Belo Horizonte, v.5, n.59/60, p.41-45, 1979.
- HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant Physiol.* Rockville, n.24, p.519-570, 1983.
- JONES, M.M., TURNER, N.C., OSMOND, C.B. Mechanisms of growth resistance. In: PALEG, L. G., ASPINAL, D.F. *The Physiology and biochemistry of drought resistance in plants*. Sydney: Academic Press, 1982.
- KRAMER, P. J. *Plant an soil water relationships: a modern synthesis*. New York: McGraw Hill, 1963.
- LABORIAU, L. G., OLIVEIRA, J.G., LABORIOU, M.L. Transpiração de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Toledo. I Comportamento na Estação Chuvosa, nas condições de Caeté, Minas Gerais, Brasil. *Ann. da Academia Brasileira de Ciências*. São Paulo. v.33, n.2, 1961.
- LEVITI, J. *Responses of plant to environmental stress*. New York: Academic Press, 1972.
- METCALFE, C. R., CHALK, L. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford, Clarendon Press, 1950. v.1, 2.
- OLIVEIRA, S. L. de, MECEDO, M.M.C., PORTO, M.C.M. *Exigências hídricas da mandioca*. Cruz das Almas - Ba. EMBRAPA/CNPMP, 1980. (Comunicado técnico).
- PAX, X. F., HOFFMANN, K. *Euphorbiaceae - Acalypheae - Plukenetiaae - Euphorbiaceae - Acalypheae - Epipiniaceae - Euphorbiaceae - Acalypheae - Riciniaceae*. In: Englers, Das pflanzenreich, p.4-9, 11. 1919.
- PORTO, M. C. M. *Physiological mechanisms of drought tolerance in cassava (M. esculenta Crantz)*. Arizona, 1983. Dissertation for the degree of doctor of Philosophy. University of Arizona.
- _____. M. C. M. *Parâmetros fisiológicos para seleção de genótipos tolerantes ao déficit hídrico*. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FISILOGIA VEGETAL, 2. Piracicaba - SP,

1989. Anais. São Paulo. p.51-68. 1989.
- RANGEL, J. *Técnicas fitopatológicas* (s. 1., s. n.). 1984.
- SALISBURY, E. J. *On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora.* Phill. Trans. Royal Soc. London, SB., London, n.46, p.65, 1927.
- SALISBURY, E. J., ROSS, C.W. *Plant physiology.* 2.ed. Wadsworth: Publishing company, 1978.
- SLATYER, R. O.. *Plant water relationships.* New York: Academic Press, 1967.
- SULIVAN, S., EASTIN, J.D. Plant physiological responses to water stress. In: STONE, J.F. *Plant modification for more efficient water use.* Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co., 1975.
- SUTICLIFFE, J. *As plantas e a água.* São Paulo: EDUSP, 1980.