

TROCAS GASOSAS E CRESCIMENTO VEGETATIVO DE QUATRO VARIEDADES DE MANDIOCA

Gas exchange and vegetative growth of four varieties of cassava

Valtair VERISSIMO¹Sihélio Julio Silva CRUZ²Laís Fernanda Melo PEREIRA³Pedro Bento da SILVA⁴Jonhclecio Duarte TEIXEIRA⁵Vilma Marques FERREIRA⁶Lauricio ENDRES⁷**RESUMO**

O estudo foi conduzido em casa de vegetação, no centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. Com o objetivo de conhecer as diferenças fisiológicas de diferentes variedades de mandioca através da avaliação das trocas gasosas e crescimento vegetativo em ambiente controlado, em condição ideal de disponibilidade de água no solo. As variedades de mandioca estudadas foram: Campinas e Cariri (indústria) e Dona Diva e Rosinha (mesa). Durante o período de crescimento, as plantas foram mantidas com irrigação em condição de campo (100% CC). Após 56 dias do plantio foram realizadas as avaliações através do IRGA (Infrared Gas Analyze), para a obtenção dos seguintes parâmetros fisiológicos: taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO₂ (Ci) e déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV). A partir destas, também determinamos outras variáveis pela combinação de dois parâmetros, como por exemplo: eficiência intrínseca do uso da água (A/gs), eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência de carboxilação (A/Ci). Já a avaliação do crescimento foi feita na mesma época, avaliando-se a altura da haste principal, o diâmetro da

¹Bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico Regional (PDCR) (Doutor) - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000 - E-mail: valtairverissimo@hotmail.com

²Aluno de Pós-Graduação (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Rua Dr. José Barbosa de Barros, nº 1780, Botucatu - SP

³Bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico Regional (PDCR) - (Iniciação científica) - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000

⁴Bolsista do Programa de Desenvolvimento Científico Regional (PDCR) - (Bacharel) - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000

⁵Aluno do Curso de Agronomia - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000

⁶Professora do Setor de Fisiologia Vegetal - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000

⁷Professor do Setor de Fisiologia Vegetal - Centro de Ciências Agrárias (CECA), Univ. Federal de Alagoas-UFAL, Campus Delza Gitaí, BR 101-Norte Km 85 Rio Largo AL - CEP 57.100-000

haste à 2 cm do solo e o número de folhas por planta. Das quatro variedades estudadas, a Dona Diva destacou-se por apresentar maior condutância estomática, fotossíntese, eficiência instantânea no uso da água, eficiência de carboxilação e altura de plantas com menor transpiração e DPV, o que comprova o potencial produtivo desta variedade quando cultivada em condições satisfatórias de umidade.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, macaxeira, fotossíntese, transpiração, condutância estomática, DPV

SUMMARY

The study was conducted in a greenhouse at the Center of Agrarian Sciences, Federal University of Alagoas. The objective was to understand the physiological differences of different varieties of cassava through the evaluation of gas exchange and vegetative growth in a controlled environment in ideal condition of water availability in the soil. The cassava varieties studied were: Campinas and Cariri (industry) and Dona Diva and Rosinha (table). During the growth period, plants were maintained with irrigation under field conditions (100% CC). After 56 days of planting evaluations were made through the IRGA (Infrared Gas Analyzer), to obtain the following physiological parameters: net photosynthetic rate (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E) and internal CO₂ concentration (Ci) and vapor pressure deficit of leaf-air (VPD). From these, other variables also determined by the combination of two parameters, such as: intrinsic efficiency of water use (A/gs), instantaneous efficiency of water use (A/E) and carboxylation efficiency (A/Ci). The evaluation of growth was done at the same time, evaluating the main stem height, stem diameter at 2 cm of soil and leaf number per plant. Of the four varieties studied, the Dona Diva stood out due to a higher stomatal conductance, photosynthesis and instantaneous efficiency of water use and carboxylation and too higher plant height, with lower transpiration and VPD, which show the potential yield of this variety when grown under satisfactory conditions of humidity.

Keywords: *Manihot esculenta*, macaxeira, photosynthesis, transpiration, stomatal conductance, VPD

INTRODUÇÃO

Reconhecidamente rústica, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) adapta-se as mais diferentes condições edafoclimáticas, sendo muitas vezes, cultivadas em áreas consideradas marginais para a maioria das outras culturas. Entretanto, esta espécie exige luz e temperatura em abundância para realizar eficientemente a fotossíntese. A faixa de

temperatura ótima para cultivo comercial situa-se entre 16 e 38°C, com faixa ideal entre 20 e 27°C.

A relação entre fotossíntese e respiração são processos básicos para absorção de carbono. A planta tem que equilibrar a necessidade de conservar água e assimilar CO₂ atmosférico, fazendo com que a área foliar desempenhe papel importante na difusão do dióxido de carbono e no vapor

de água entre os estômatos. A transpiração e a fotossíntese, com a consequente acumulação de massa seca, estão relacionadas às trocas gasosas entre os estômatos e a atmosfera (Smith, 2006).

Alguns estudos têm sido conduzidos com o objetivo de descobrir quais as bases fisiológicas que explicariam as diferenças de rendimento fotossintético entre variedades. A medição das trocas gasosas através do IRGA (Infrared Gas Analyzer), junto com a análise de crescimento, através de medições não destrutivas, é uma técnica rápida e precisa para caracterização de fatores fisiológicos influentes na eficiência fotossintética e partição de assimilados.

Sabe-se que as plantas de mandioca respondem a condições ótimas de cultivo, embora seu papel mais importante seja como cultura adaptada a condições marginais de clima e solo, sendo cultivada em regiões com ao menos 500 mm de precipitação anual (El-Sharkawy et al., 1989). Em plantas de mandioca, quando as taxas fotossintéticas foram determinadas sob condições normais luz, temperatura e umidade do ar foi possível detectar diferenças entre variedades (El-Sharkawy et al., 1984).

O conhecimento dos mecanismos fisiológicos que regulam o metabolismo das plantas em determinado ambiente torna-se importante para estabelecer o seu nível de adaptação. Informações como a taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração, e eficiência no uso da água são alguns dos parâmetros que podem indicar o nível de adaptação a uma determinada condição de estresse, ou mesmo estabelecer

diferenças entre genótipos em uma condição ótima de cultivo.

O objetivo do trabalho foi conhecer as diferenças fisiológicas de diferentes variedades de mandioca através da avaliação das trocas gasosas e crescimento vegetativo, em plantas cultivadas em ambiente controlado, em condição ideal de disponibilidade de água no solo ($\approx 100\%$ da capacidade de campo).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação, no centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas. As variedades de mandioca estudadas foram: Campinas e Cariri (indústria) e Dona Diva e Rosinha (mesa). As manivas foram desinfetadas com solução fungicida e inseticida e plantadas em vasos de 20 litros. Plantou-se uma maniva de 15 cm por vaso.

Durante o período de crescimento, as plantas foram mantidas com irrigação em condição de campo ($\approx 100\%$ CC). A cada dois dias os vasos foram pesados e ajustados o conteúdo de água. Após 56 dias do plantio foram realizadas as avaliações através do IRGA (*Infrared Gas Analyzer*, Figura 4), para a obtenção dos seguintes parâmetros fisiológicos: taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E) e concentração interna de CO_2 (C_i) e déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV). A partir destas, também determinamos outras variáveis pela combinação de dois parâmetros, como por exemplo: eficiência intrínseca do uso da água (A/gs), eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência

de carboxilação (A/Ci). As quantificações foram feitas entre 8 e 10h da manhã, na terceira e quarta folhas expandidas. Já a avaliação do crescimento foi feita na mesma época, avaliando-se a altura da haste principal, o diâmetro da haste à 2 cm do solo e o número de folhas por planta.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Foi feito a análise de variância e a comparação de médias pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação das trocas gasosas houve diferença altamente significativa ($P < 0,01$) entre as variedades para: A, E, DPV e A/E. Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para A/Ci. No entanto, não houve diferença para concentração interna de CO_2 .

As variedades Dona Diva e Campinas tiveram maior atividade fotossintética líquida, 17,32 e 16,29 $\mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectivamente (Figura 1A). A média da condutância estomática na variedade Dona Diva foi mais elevada que nas demais, porém sem diferença estatística (Figura 1B). A variedade que apresentou a menor transpiração também foi a Dona Diva, com 5,96 $\text{mol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ (Figura 1C), além de menor valor de DPV, com 1,98 (Figura 1D). Isso demonstra que a Dona Diva, além de ter maior atividade fotossintética e de condutância estomática, parece ser mais eficiente no uso da água que as demais variedades. Sabe-se que o déficit hídrico reduz a condutância e a transpiração, reduzindo também a fotossíntese. Salienta-

se que estas diferenças encontradas se devem aos genótipos, pois as plantas estavam em condições de campo ($\approx 100\%$ de água disponível).

De acordo com El-Sharkawy et al. (1989), o fechamento estomático leva a uma redução na fotossíntese total e na massa de raízes de reserva. Este comportamento é benéfico e leva ao uso mais eficiente da água armazenada no perfil do solo. Por outro lado, sob condições não limitantes de água no solo, ou breves períodos de estresse hídrico, este comportamento é desvantajoso, pois nessas circunstâncias, a maximização da produtividade é mais importante que a otimização da eficiência do uso da água.

O DPV atua como indicador do equilíbrio térmico entre a planta e o meio. Em geral, a diminuição do DPV aumenta o crescimento das plantas, por mudanças fisiológicas, como redução na transpiração, aumento da abertura estomática, incremento da fotossíntese e eficiência do uso da água. Na Figura 1D nota-se que a variedade Dona Diva foi a que teve o menor DPV e a maior condutância estomática (Figura 1B). Resultado semelhante foi obtido por Torres-Netto (2005), estudando atributos fisiológicos de mamoeiro. Em plantas de mandioca, El-Sharkawy & Cock (1984) verificaram que a fotossíntese e transpiração foram drasticamente reduzidos pela elevação do DPV acima de 1,8-2 kPa, com redução também na condutância estomática, tanto em plantas controle quanto nas com estresse hídrico. Além disso, em condições de baixa umidade do ar houve o rápido fechamento

dos estômatos, independente do potencial hídrico do solo.

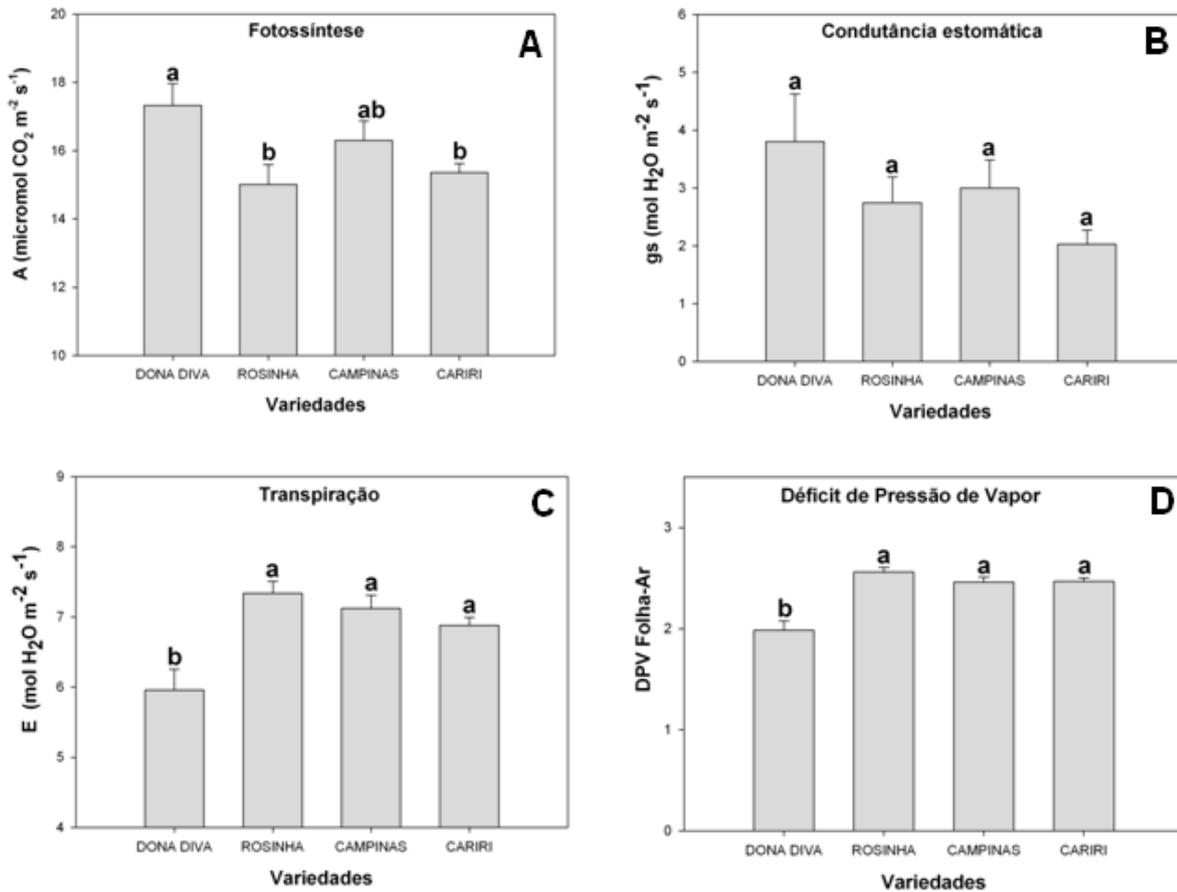


Figura 1. (A) Fotossíntese, (B) condutância estomática, (C) transpiração e (D) déficit de pressão de vapor em quatro variedades de mandioca na capacidade de campo ($\approx 100\%$ de água disponível).

Apesar de ser tolerante à seca, a mandioca tem sua produtividade reduzida em até 60% quando submetida ao déficit hídrico. De acordo com Alves & Setter (2000), estudos tem indicado que quando há disponibilidade de água, a mandioca mantém alta condutância estomática e pode manter alta concentração interna de CO₂.

De acordo com El-Sharkawy & Cock (1984), a eficiência no uso da água diminui com o aumento do DPV entre 1-4 kPa. No presente trabalho, em condições de $\approx 100\%$ da capacidade de campo, a variedade Dona Diva, que teve o menor DPV, destacou-se das demais pela maior eficiência instantânea do uso da água (Figura 2A), o que proporciona uma importante vantagem comparativa em relação às demais variedades. Já a cultivar Rosinha, que teve maior DPV, transpiração e menor taxa fotossintética, teve uma menor eficiência, o que representou uma redução em -30% em relação à Dona Diva.

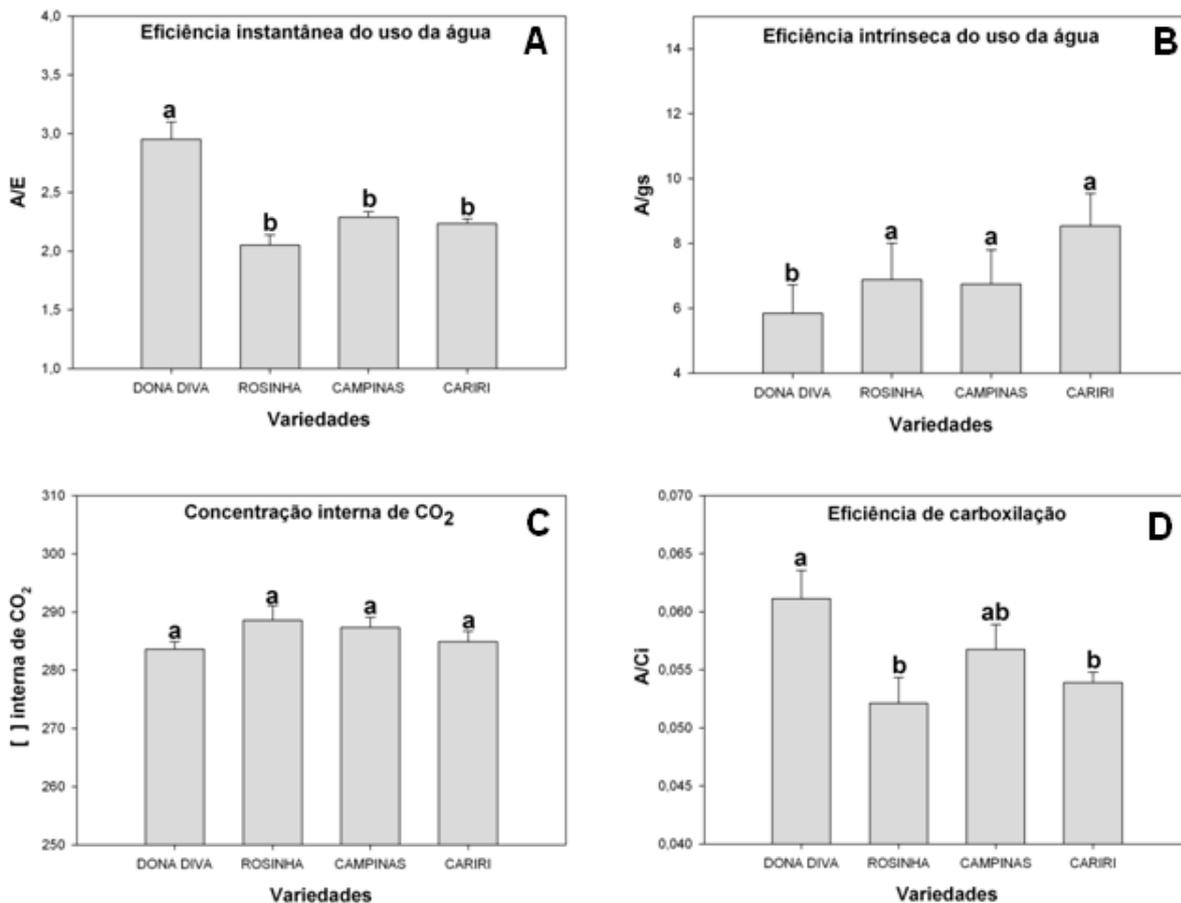


Figura 2. (A) Eficiência instantânea do uso da água, (B) eficiência intrínseca do uso da água; concentração interna de CO₂ e (D) eficiência de carboxilação em quatro variedades de mandioca capacidade de campo ($\approx 100\%$ de água disponível).

A variedade Dona Diva também teve maior eficiência de carboxilação, seguido pela Campinas (Figura 2D). Por outro lado teve o menor valor para eficiência intrínseca do uso da água, A/gs (Figura 2B). Essa menor eficiência intrínseca do uso da água deve-se à maior condutância estomática da variedade. Tal comportamento também foi verificado por Franks e Farquhar (1999) e Larcher (2000) em plantas herbáceas, e por Torres-Netto (2005) em mamoeiro.

A produtividade final de uma planta é um processo complexo. A variedade Dona

Diva, conforme dados preliminares divulgados em Dia de Campo promovido pela Embrapa Tabuleiros Costeiros (Dez/2009, em Arapiraca-AL), é uma variedade altamente produtiva, atingindo com 11-12 meses, cerca de 45 t/ha em sistema irrigado. Os dados encontrados em nosso estudo comprovam o potencial produtivo da variedade quando cultivada sob condições satisfatórias de umidade do solo.

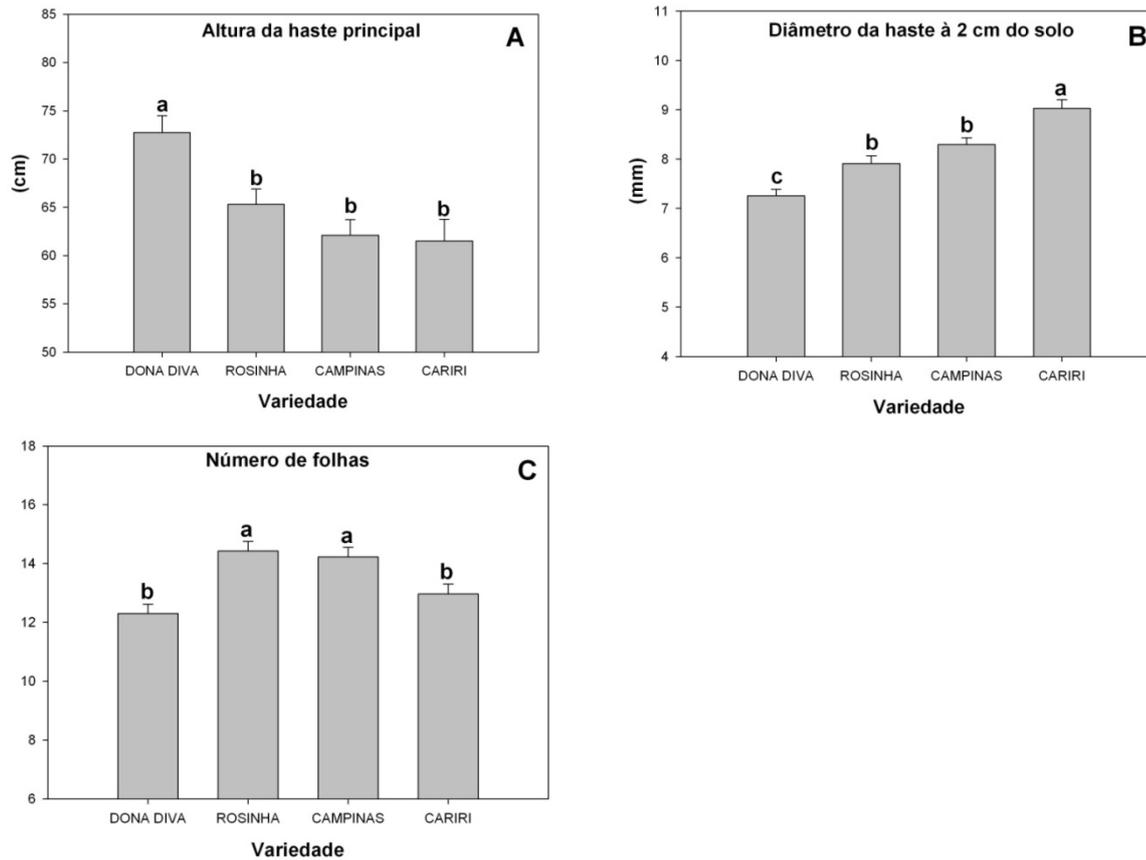


Figura 3. (A) Altura da haste principal, (B) Diâmetro da haste à 2 cm do solo e (C) Número de folhas verdes por planta, de quatro variedades de mandioca em condições de $\approx 100\%$ CC.

Em relação às medidas de crescimento, em termos de haste principal a variedade Dona Diva foi a que atingiu maior altura (Figura 3A), mas como consequência teve o menor diâmetro à 2 cm do solo (Figura 3B). As características de trocas gasosas desta variedade possibilitam um maior desenvolvimento vegetativo que as demais variedades incluídas neste estudo. De

acordo com Souza & Fasiaben (1986) e Lorenzi et al. (1988), a altura de plantas tem correlação com a produtividade da parte aérea e é fator importante, principalmente em regiões em que ocorre clima adverso, para utilização como material de propagação.

Já o número de folhas verdes por planta foi maior nas variedades Rosinha e Campinas (Figura 3C).

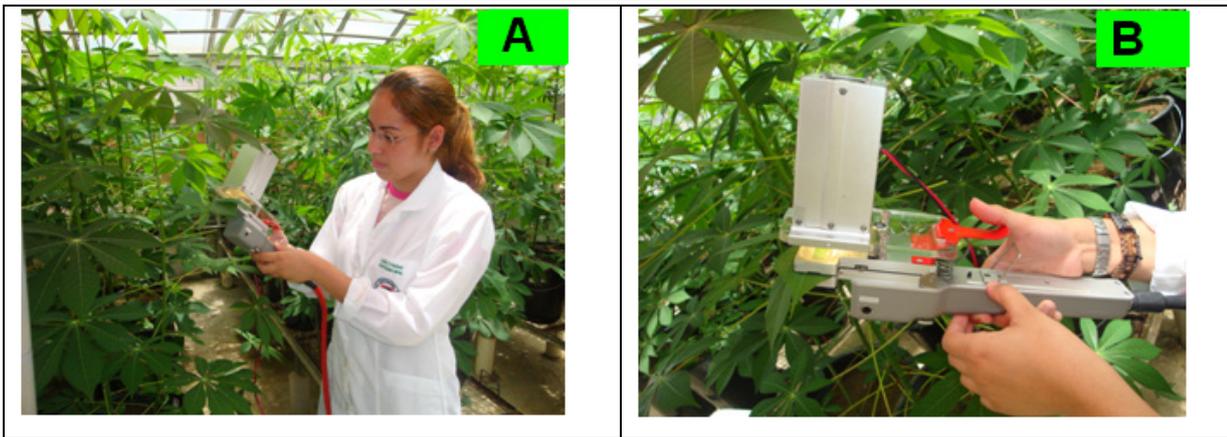


Figura 4. Vista geral do cultivo de mandioca em casa de vegetação, aos 56 dias do plantio nos vasos. (A) e (B) avaliação das trocas gasosas através do IRGA.

Em síntese, verificou-se que a variedade Dona Diva comportou-se melhor em condições de $\approx 100\%$ da capacidade de campo, apresentando desempenho conservativo, reduzindo a condutância estomática e transpiração, aumentando a eficiência do uso da água.

CONCLUSÕES

Das quatro variedades estudadas, a Dona Diva destacou-se por apresentar maior condutância estomática, fotossíntese, eficiência instantânea no uso da água, eficiência de carboxilação e altura de plantas, com menor transpiração e DPV, o que comprova o potencial produtivo desta variedade quando cultivada em condições satisfatórias de umidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C.; SETTER, T. L. Response of Cassava to Water Deficit: Leaf Area Growth

and Abscisic Acid. **Crop Sci.**, v. 40, p. 131-137, 2000.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; CADENA, G. D. Influence of differences in leaf anatomy on net photosynthetic rates of some cultivars of cassava. **Photosynth. Res.**, v. 5, p. 235-242, 1984.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Rev. Bras. Fisiol. Vegetal**, v. 1, n. 2, p. 143-154, 1989.

FRANKS, P. J., FARQUHAR, G. D. A relationship between humidity response, growth form and photosynthetic operating in C3 plants. **Plant Cell and Environment**, v. 22, p. 1337-1349, 1999.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Ed. RiMa Artes e Textos. 2000. 531p.

LORENZI, J. O.; PEREIRA, A. S.; MONTEIRO, D. A.; RAMMOS, M. T. B. Características agronômicas e culinárias de clones de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 47, p. 247-253, 1988.

SMITH, M. A; SINGELS, A. The response of sugarcane canopy development to water stress. **Field Crops Research**. v. 98, p. 91-97, 2006.

SOUZA, A. B.; FASIABEN, M. C. R. Competição de cultivares de mandioca conduzida em uma pequena propriedade no município de Rio Azul, Paraná. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 5, p. 99-104, 1986.

TORRES-NETTO, A. **Atributos fisiológicos e relações hídricas em genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) na fase juvenil**. (Tese Doutorado, 140p.). Campos dos Goytacazes – RJ - Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2005.