

## **CRESCIMENTO E EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA DA MANDIOCA SOLTEIRA E CONSORCIADA EM CONDIÇÕES IRRIGADAS<sup>1</sup>**

Maurício Antônio Coelho Filho<sup>2</sup>; Tibério Santos Martins da Silva<sup>3</sup>; Francisco de Assis Gomes Junior<sup>4</sup> Eugênio Ferreira Coelho<sup>5</sup>; Victor Vinícius Machado de Oliveira<sup>6</sup>; Fabio Ricardo Marin<sup>7</sup>

### **RESUMO**

O presente trabalho apresenta resultados de pesquisas realizadas na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas - BA, envolvendo a cultura da mandioca irrigada por aspersão convencional. Durante os anos de 2006 e 2007 foram plantadas duas áreas experimentais com a cultura ('Salongor preta'), sendo avaliados dois arranjos de espaçamentos (fileira simples e fileira dupla) para cultura consorciada com feijão caupi e solteira. Em outra parcela foi plantado o feijão solteiro para comparação com a parcela consorciada. Foi observado que a mandioca não foi afetada pelo consórcio, com crescimento máximo em área foliar até entre 150 e 200 DAP. O feijão sofreu com redução de 60% da produtividade potencial para o plantio consorciado com mandioca espaçada em 1,0 x 0,6 m. Considerando todos os plantios, a produtividade da mandioca atingiu o patamar de 35 t/ha entre 200 DAP e 240 DAP, superando 40 t/ha em dois tratamentos. A evapotranspiração do consórcio foi dependente das superfícies foliares das duas culturas, elevando-se acentuadamente com o plantio do feijão e reduzindo com a colheita do mesmo. As máximas demandas ficaram entre 90 e 140 DAP, quando houve tendência de redução. Os Kcs variaram de 0,22 a 1,15 sendo Kc inicial de 0,27, o Kc médio de 1,08 e o Kc final de 0,5.

**PALAVRAS CHAVE:** *Manihot esculenta*, manejo irrigação, coeficientes de cultura.

## **GROWTH AND EVAPOTRANSPIRATION OF CASSAVA UNDER IRRIGATED SINGLE AND INTERCROPPING SYSTEM**

---

<sup>1</sup> Trabalho parcialmente financiado pelo MDA

<sup>2</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa s/n Caixa Postal 07, Cruz das Almas – BA. e-mail: [macoelho@cnpmf.embrapa.br](mailto:macoelho@cnpmf.embrapa.br)

<sup>3</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. e-mail: [tiberio@cnpmf.embrapa.br](mailto:tiberio@cnpmf.embrapa.br)

<sup>4</sup> Estagiário Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical

<sup>5</sup> Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. e-mail: [ecoelho@cnpmf.embrapa.br](mailto:ecoelho@cnpmf.embrapa.br)

<sup>6</sup> Estudante de Agronomia da UFRB, Estagiário do CNPMF.

<sup>7</sup> Embrapa Informática Agropecuária. e-mail: [marin@cnptia.embrapa.br](mailto:marin@cnptia.embrapa.br)

## ABSTRACT

The present work shows results of researches carried at Embrapa Cassava & Tropical Fruits, Cruz das Almas, BA involving cassava crop irrigated by sprinkler system. Two experimental areas were cultivated with Solongor Preta cassava cv where two spacing arrangements (single and double rows) for the crop planted with and without cowpea crop in between rows. In another plot beans was grown without cassava to allow comparison. Cassava crop was not affected by the intercropping systems, with maximum leaf area growth between 150 and 200 DAP, with yields up to 40 t/há in both treatments. Intercropping systems evapotranspiration was dependent upon leaf area of both crops and increased with beans development and reduced after bean harvest. The maximum requirement stayed between 90 and 140 DAP. Kcs varied from 0,22 to 1,15, with initial Kc = 0.27, mean Kc = 1.05 and final Kc = 0.5.

KEY WORDS: *Manihot esculenta*, irrigation management, crop coefficient.

## INTRODUÇÃO

A mandioca apresenta respostas ao déficit hídrico em diferentes níveis que a conferem características de resistência à seca: morfológico, fisiológico, celular e metabólico, que dependem da duração e severidade do estresse, do genótipo, do estágio de desenvolvimento e do tipo de célula ou órgão em questão (Bray, 1994). Em função dessa capacidade, é uma alternativa para agricultura em regiões com baixo e/ou má distribuição das chuvas, principalmente ligada a agricultura familiar de subsistência. Segundo Alves (2006), são normalmente cultivadas em áreas que recebem menos de 800 mm de chuva por ano, com uma estação seca de quatro a seis meses, sendo a característica de tolerância ao déficit hídrico importante para o estabelecimento da cultura nessas regiões.

Essas características estimularam e estimulam, ao longo dos anos, a realização de pesquisas voltadas ao melhoramento de plantas resistentes à seca e seleção de material para condições de sequeiro. Entretanto, resultados experimentais demonstram que existe grande lacuna entre a produtividade média de mandioca alcançada em nível de Brasil (13,5 t/ha) e a produtividade potencial da cultura. Sendo possível, em condições irrigadas no sub-úmido e semi-árido, a colheita precoce com elevada produtividade.

Embora a mandioca seja considerada uma espécie tolerante ao déficit hídrico, o crescimento e rendimento são reduzidos por prolongados períodos de seca. Já que um dos mecanismos que a cultura possui para reduzir o efeito da seca é a redução da superfície transpirante com a abscisão foliar e conseqüente redução da taxa de crescimento. O rendimento de raízes depende da duração do déficit hídrico e é determinada pela sensibilidade

de um particular estágio de crescimento ao estresse. O período crítico para o efeito do déficit hídrico em mandioca é de 1 a 5 meses após o plantio (MAP), período que corresponde aos estádios de iniciação e tuberização das raízes. Um déficit hídrico de, pelo menos, dois meses neste período pode reduzir o rendimento de raízes de 32% a 60% (Alves, 2006). Um déficit hídrico aplicado por 2 meses, desde 1 até 11 MAP, reduz o rendimento de raízes (Oliveira et al. (1982). Claramente, observa-se que o efeito mais severo ocorre no período de 1 a 5 MAP, ou seja, no período de tuberização e de rápido crescimento foliar.

Com relação à evapotranspiração da mandioca, poucos estudos foram realizados em nível de Brasil. Tomando como base a publicação da FAO (Allen et al, 1998), os valores de coeficientes de cultura são apresentados considerando dois anos de cultivo com um período de déficit hídrico entre o primeiro e o segundo ano: ano 1 ( $K_c$  inicial = 0,3;  $K_c$  médio = 0,8;  $K_c$  final = 0,3) e ano 2 (1 ( $K_c$  inicial = 0,3;  $K_c$  médio = 1,1;  $K_c$  final = 0,5. No presente trabalho são apresentados resultados parciais de estudos realizados na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, com finalidade de quantificar a demanda de água de mandioca consorciada e solteira em sistemas irrigados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, onde foram implantados dois experimentos, um iniciado de novembro de 2006 (a) e outro em janeiro de 2007 (b). O experimento **a** constou do plantio da mandioca em fileira dupla (2,0 m x 0,6 m x 0,6 m) consorciado com feijão caupi. No experimento **b** foram plantadas mandiocas com espaçamento simples (1,0 m x 0,6 m) e duplo (2,0 m x 0,6 m x 0,6 m) consorciados ou não com feijão caupi. Para cada arranjo estudado nos experimentos (a e b), foram instaladas 20 sondas TDR com a finalidade de monitoramento da umidade do solo para fins de manejo de irrigação e para determinação, via balanço de água no solo, da evapotranspiração máxima da cultura ( $ET_c$ ). Toda área foi irrigada com aspersão convencional e manutenção de umidade do solo próximo da capacidade de campo ( $\theta_{cc}$  -  $cm^3 cm^{-3}$ ). A reposição hídrica correspondeu à necessária para umidade atingir  $\theta_{cc}$  com esgotamento máximo de 30% da água disponível (capacidade de campo – ponto de murcha permanente  $\theta_{pmp}$  -  $cm^3 cm^{-3}$ ) ( $f = 0,3$ ), na profundidade do sistema radicular (PF), considerada de 0,5 m:

$$LI = (\theta_{cc} - \theta_{pmp}) * f * PF \quad (1)$$

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi determinada, segundo Allen et al (1998), por meio de medidas dos elementos (velocidade do vento (m s<sup>-1</sup>), radiação solar (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), umidade relativa do ar e temperatura do ar (°C). A partir das estimativas (ET<sub>c</sub> – mm dia<sup>-1</sup>) pela cultura determinadas por meio do BH e valores diários de ET<sub>o</sub> (mm dia<sup>-1</sup>) estimou-se os coeficientes de cultura (K<sub>c</sub>) para cada fase de desenvolvimento das plantas e condição avaliada (K<sub>c</sub> = ET<sub>c</sub> ET<sub>o</sub><sup>-1</sup>).

Além do estudo de evapotranspiração foram realizadas análises de crescimento de cada arranjo espacial estudado com ou sem consórcio. As seguintes variáveis foram coletadas mensalmente: área foliar (m<sup>2</sup>); massa seca da folha (g); massa seiva das hastes (g); massa seca do tubérculo (g); produtividade (t/ha).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analizando o crescimento das plantas em cada condição e para épocas diferentes de plantio (ano 2006 e 2007) verifica-se, em termos de área foliar, que houve uma grande variação na resposta das plantas. Observa-se aumento da superfície foliar até um valor máximo entre 170 e 200 DAP seguido de tendência de redução. A maior superfície foliar foi alcançada quando o plantio foi realizada em novembro de 2006 referente à mandioca plantada em fileiras duplas e consorciada (2,0 x 0,6 x 0,6 m) (MDC – 2006) seguida das plantas associadas aos plantios em espaçamento simples (1,5 x 0,6 m) de janeiro de 2007 (Mandioca consorciada em fileira simples - MSC e mandioca solteira fileira simples - MSS). As produtividades seguiram aproximadamente essa tendência, apesar de não se ter dados de crescimento para todos os plantios até 360 DAP, de acordo com Tafur (2002).

Até aproximadamente 250 DAP, as menores produções foram associadas aos plantios em espaçamento duplo no ano de 2007 (Mandioca consorciada em fileira dupla - MDC 2007 e Mandioca solteira em fileira dupla - MDS 2007). Neste caso, muito em função do problema verificado na qualidade inferior das manivas (“semente”). Em função da seqüência de trabalho no campo, as melhores manivas foram selecionadas, separadas e plantadas inicialmente na MSC e MSS para depois, serem plantados nos tratamentos MDS e MDC. Comparando o crescimento e a produção das mandiocas solteiras às consorciadas, verifica-se que não houve efeito da concorrência no desenvolvimento das plantas, observando que MDC 2006 > MSC 2007 > MSS 2007 e que MDC 2007 ≈ MDS 2007.

Entre 200 e 240 DAP as produtividades alcançaram o patamar de 35 t/ha DAP, superando para o tratamento MDC 2006. Esse resultado, apesar de referir-se apenas a uma

variedade, indica que a produção da mandioca irrigada fica próxima da potencial a partir do 07 mês, sugerindo corte de irrigação como estratégia econômica. Esses resultados corroboram, também, Oliveira, (1982) que indicaram como período mais crítico para cultura do primeiro ao quinto mês de desenvolvimento.

Segundo os dados de crescimento e produtividade, não houve efeito do consórcio na produção da mandioca, corroborando Leihner (1983). Para o feijão caupi houve efeito do arranjo espacial na resposta da planta. Verificar que o consórcio com fileiras simples não foi o mais adequado, havendo reduções em massa seca das plantas e consequentemente na produtividade (60 %) em relação ao não consorciada (Figura 2). Para mandioca fileira dupla, houve redução na produtividade do caupi consorciado, mas de apenas de 27%.

As curvas de massa seca e AF do feijão consorciado foram coerentes com as produções alcançadas, sendo verificado, para o parâmetro AF, que a superfície foliar máxima além de ser inferior nos consórcios, atingiram o seu patamar máximo precocemente aos 44 DAP em relação ao solteiro (58 DAP). Esse efeito negativo pode ser minimizado, antecipando a data de plantio do feijão em relação à mandioca. Como em condições irrigadas se observa um elevado vigor das plantas de mandioca na fase inicial é muito importante que o feijão seja plantado até, no máximo, 30 DAP da mandioca para que a concorrência por luz não reduza drasticamente a produção da cultura consorciada, resultados de acordo com Leihner, (1983).

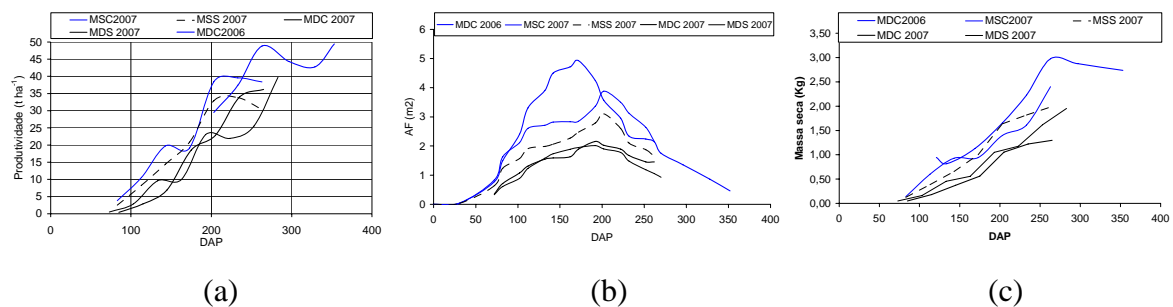
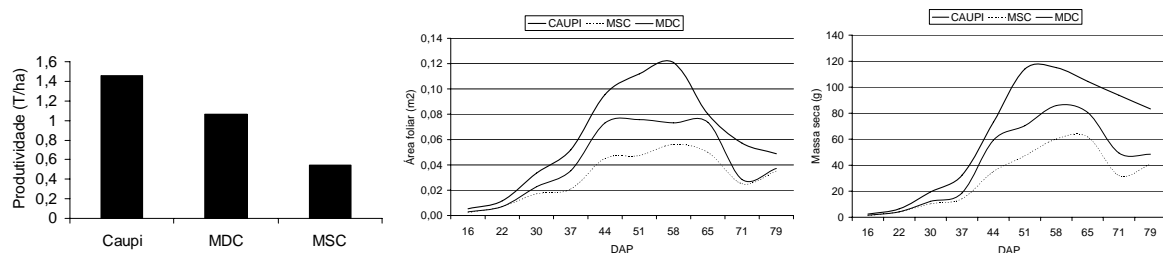


Figura 1. Acompanhamento da produtividade (t/ha) (a); da área foliar de mandioca (salongon preta) e da massa seca total (Kg) de plantas de mandioca ‘Salango preta’ em duas datas de plantios (2006 e 2007) em Cruz das Almas – BA, em espaçamentos simple (S) e duplo (D) e em sistema consorciado (C) e solteiro (S) com feijão caupi.



(a)

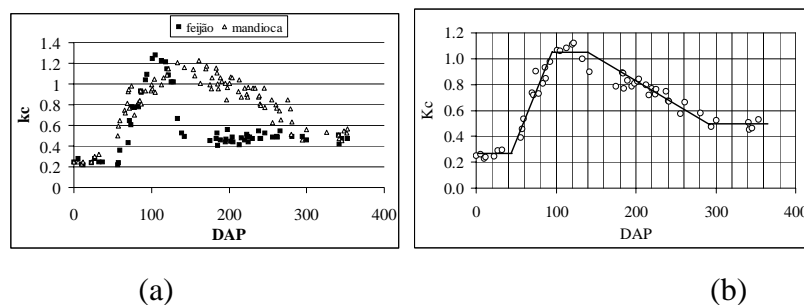
(b)

(c)

Figura 2. Produtividade de feijão caupi solteiro e consorciados (a); massa seca de feijão caupi solteiro e consorciados (b); área foliar ( $m^2$ ) do feijão caupi solteiro e consorciados (c).

Com relação à evapotranspiração do consórcio mandioca/caupi, tomando como base os resultados da MDC 2006, foi observado que a curva de evapotranspiração representou uma combinação da evapotranspiração das duas culturas. Como o caupi possui um rápido crescimento inicial e o ciclo é de 70 dias, houve um crescimento acentuado da evapotranspiração do consórcio no início, até aproximadamente 100 DAP, por consequência do aumento da demanda do feijão. Verificar que a máxima AF do feijão consorciado ocorre a partir dos 45 dias após o plantio do feijão, que correspondeu aos 80 DAP, quando a mandioca ainda possuía pequena superfície foliar, ou seja, aumentando muito a superfície transpirante total, antecipando o máximo de consumo que ocorreria caso a mandioca estivesse solteira. De qualquer maneira, pode ser observado que o patamar referente ao  $K_c$  médio (1,05) ficou entre 90 e 140 DAP, próximo ao período de máxima superfície foliar da mandioca e indicada como final do período de maior necessidade hídrica da cultura, quando o déficit promove as maiores quedas nas produtividades em relação à potencial, conforme Oliveira (1982). É de se esperar que ocorram alterações no comportamento da figura 1b, em função do plantio do feijão caupi em relação à mandioca, provavelmente antecipando e aumentando o período do  $K_c$  médio.

Comparando os resultados obtidos no presente estudo com os apresentados por Allen et al (1998), pode ser observado que existe uma concordância ao se levar em consideração os coeficientes de cultura para o segundo ano de plantio apresentados por estes autores.



(a)

(b)

Figura 1. Coeficiente de cultura da mandioca MDC plantada em outubro de 2006, referentes ao posicionamento das baterias (TDR) no campo (a) e valor ponderado para cultura (b).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. IN: SOUZA, L. S. et al. Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 138-169.
- LEIHNER, D. Management and evaluation of intercropping system with cassava Cali, Colombia: CIAT, 1983. 70 p.
- OLIVEIRA, S.L.; MACEDO, M.M.C.; PORTO, M.C.M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, p. 121-124, 1982.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56)
- TAFUR, M.S.M. de. Fisiología de la yuca (manihot esculenta Crantz). IN: OSPINA & CEBALLOS. La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali, Colombia: CIAT, 2002. p.34-45