

## **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>3</sup> Eugênio Ferreira Coelho<sup>2</sup>; Victor Vinícius Machado de Oliveira<sup>3</sup>

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

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

<sup>3</sup> Analista, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. e-mail: 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

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - Minas Centro, Belo Horizonte, MG

**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 e microaspersão. Durante os anos de 2006, 2007, 2008 e 2009 foram plantadas áreas experimentais com a cultivar Salongor Preta, sendo avaliados dois arranjos de espaçamentos (fileira simples e fileira dupla) para cultura consorciada com feijão caupi, carioquinha e rosinha e em plantio solteiro. Foi observado que a mandioca não foi afetada pelo consórcio, com crescimento máximo em área foliar até entre 150 e 200 DAP, sempre que o feijão foi plantado depois da emergência da mesma. O feijão sofreu com redução de 60% da produtividade potencial para o plantio consorciado com mandioca espaçada em 1,0 x 0,6 m. Quando o plantio ocorreu tardiamente, a sua produtividade também foi muito afetada pelo sombreamento da mandioca. As produtividades, crescimentos e coeficientes de cultivo variaram em função dos arranjos estudados e épocas de plantio do feijão em relação ao da mandioca.

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

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

**ABSTRACT:** The present work shows results of researches carried at Embrapa Cassava & Tropical Fruits, Cruz das Almas, BA involving cassava crop irrigated by sprinkler and sprayer system. Experimental areas were cultivated with Solongor Preta cassava cultivar where two spacing arrangements (single and double rows) were evaluated for the crop planted with cowpea, 'Carioquinha' and 'Rosinha' crops in between rows in intercropping systems and planted as single crop. It was observed that cassava was not affected by the intercropping system, with maximum growth with leaf area at 150 and 200 DAP if beans were planted after cassava emergency. Beans were affected with reduction of 60% of potential yield for intercropping system with cassava crop with spacing 1,0 x 0,6 m. Its yield was strongly affected by cassava shading when planting date delayed. Yield, growth and crop coefficient varied as a function of studied arrangements and time of planting of beans related to cassava.

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

**INTRODUÇÃO:** 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 estágios 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. No presente trabalho são apresentados resultados 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 vários experimentos nos anos de 2006, 2007, 2008 e 2009. Em um tipo de experimento (2006, 2008 e 2009) o plantio da mandioca foi em fileira dupla (2,0 m x 0,6 m x 0,6 m) consorciado com feijão caupi (MDC 2009), rosinha (MDR 2009) e carioquinha (MDCR 2009). No experimento do ano de 2007 foram plantadas mandiocas com espaçamento simples (MS) (1,0 m x 0,6 m) e duplo (MD) (2,0 m x 0,6 m x 0,6 m) consorciados (MDC e MSC) ou não com feijão 'caupi' (MDS e MSS). Para cada arranjo estudado, foram instaladas 27 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<sub>c</sub>). Cada conjunto de baterias de sondas possuía posicionamento em três pontos específicos do consórcio ou da cultura solteira (sondas situadas na fileira de mandioca – PONTO A; sondas entre a planta de mandioca e o feijão -PONTO B; e sondas entre duas plantas de feijão - PONTO C), todas representando a mesma área. Nos experimentos do ano de 2006 e 2007 a área foi irrigada com aspersão convencional e a cultura consorciada (feijão caupi) foi plantada tardiamente 60 (MDC 2006), 44 (MSC 2007) 68 (MDC 2007) dias após o plantio da mandioca (DAP) no experimento de 2009 utilizou-se a microaspersão e a cultura consorciada foi plantada no momento mais apropriado aos 15 DAP, com mesmo arranjo de pontos de medida porém utilizando sondas de capacitância (Diviner). O solo foi mantido sempre próximo à umidade da capacidade de campo ( $\theta_{cc} - \text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ), sendo que a reposição hídrica correspondeu à necessária para umidade atingisse  $\theta_{cc}$  com esgotamento máximo de 30% da água disponível (capacidade de campo – ponto de murcha permanente  $\theta_{pmp} - \text{cm}^3\text{cm}^{-3}$ ) ( $f = 0,3$ ), na profundidade do sistema radicular ( $Z_r$ ), considerada de 0,5 m:

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

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) foi determinada, segundo Allen et al (1998). 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 ( $K_c = ET_c / ET_o$ ).

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 seva das hastes (g); massa seca do tubérculo (g); produtividade (t/ha).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO :** Analisando 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 consorciada com caupi (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”). Comparando o crescimento e a produção das mandiocas solteiras às consorciadas, verifica-se que não houve efeito da concorrência da cultura consorciada no desenvolvimento das plantas de mandioca, observando que  $MDC\ 2006 > MSC\ 2007 > MSS\ 2007$  e que  $MDC\ 2007 \approx MDS\ 2007$ . 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.

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 conseqüentemente 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%, quando o plantio do caupi foi 44 e 58 DAP. Para os plantios realizados aos 15 DAP as produtividades foram superiores se igualando às da solteira.

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, atingiu 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. Em função da melhor época de plantio, o consórcio realizado em 2009 resultou em maior produtividade (Figura 2a). 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, recomendando-se 15 DAP, para que a concorrência por luz não reduza drasticamente a produção da cultura consorciada, resultados de acordo com Leihner, (1983). Quando o plantio é realizado antes da emergência da mandioca o problema é com o sombreamento da mandioca, resultando em drástica redução de crescimento e produtividade no período esperado.

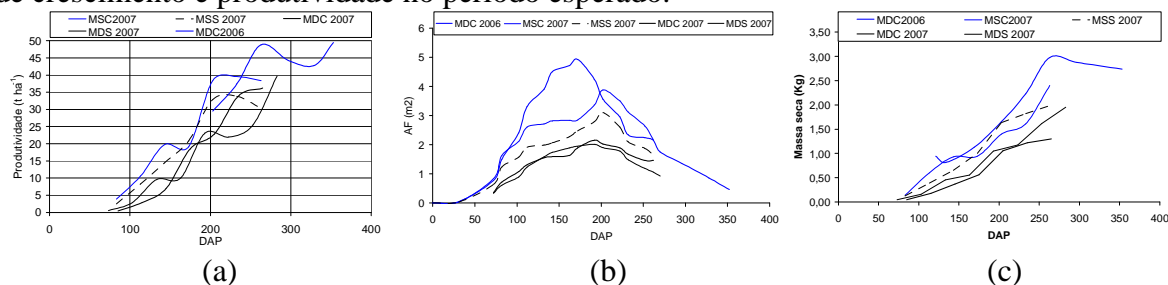


Figura 1. Acompanhamento da produtividade (t/ha) (a); da área foliar de mandioca (salangor preta) e da massa seca total (Kg) de plantas de mandioca ‘Salangor preta’ em duas datas de plantios (2006 e 2007) em Cruz das Almas – BA, em espaçamentos simple (S) e duplo (D) e em sistema consorciado (C) e solteiro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

Com relação à evapotranspiração do consórcio mandioca/caupi, tomando como base os resultados da MDC 2006 e 2007 foi observado que a curva de evapotranspiração representou uma combinação da evapotranspiração das duas culturas mais a evapotranspiração das sondas

entre a mandioca e o feijão. É importante notar que dependendo da posição em que se localizam as sondas em relação às plantas os resultados são distintos. Ao se analisar separadamente as respostas dos pontos A, B e C de medida (Figura 3c), verificar que a sonda do ponto C reflete exatamente o comportamento do feijão no consórcio, curva crescente até o momento da colheita quando estabiliza em níveis mais baixos (130-140 DAP). O ponto A refletiu a mandioca e o C não apresenta tendência, dispersando os resultados médios da Figura 3b. Esse resultado é muito interessante e mostra como é importante a escolha correta dos locais de perfis de amostragens para que o balanço represente bem as condições avaliadas.

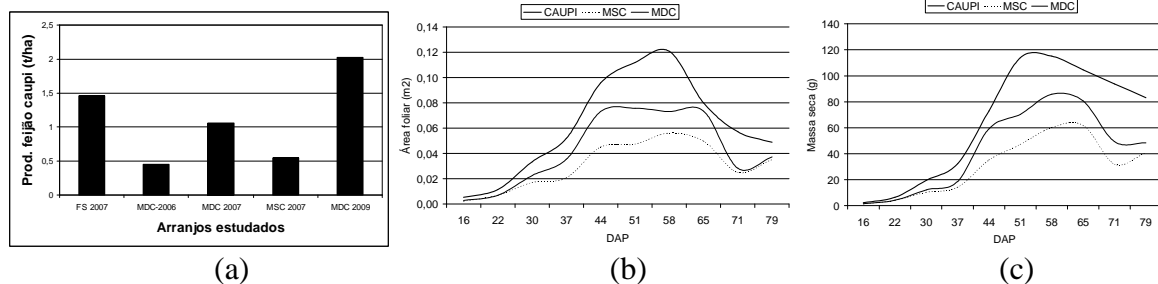


Figura 2. Produtividade de feijão caupi solteiro e em consórcio (a); massa seca de feijão caupi solteiro e consorciado (b); área foliar ( $m^2$ ) do feijão caupi solteiro e consorciado (c).

Nos consórcios realizados nos anos de 2006 e 2007, como o caupi possui um rápido crescimento inicial e o ciclo é de 70 dias, houve um crescimento acentuado da evapotranspiração 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 a 110 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.

As diferenças observadas entre os coeficientes de culturas dos consórcios, comparando arranjos em sistema de fileiras simples e fileiras duplas foi o período de plantio do feijão. Verificar que no MSC 2007 (40 DAP) o pico de Kc é anterior aos plantios de MDC 2007 (68 DAP) e MDC 2006 (60 DAP). O crescimento das plantas de mandioca variaram muito, como pode ser observado ao se compararem os resultados de AF da MDC 2006 e MDC 2007. Verificar maiores coeficientes de cultivo para MDC 2007 por esta permitir maior desenvolvimento do feijão caupi e conseqüentemente maior consumo hídrico, resultado que corrobora a maior produtividade do caupi para MDC 2007 em relação a MDC 2006 (Figura 2a). Pela Figura 3a observa-se que o feijão solteiro plantado no mesmo período do consorciado (MDC 2007) apresentou curva semelhante ao do consórcio entre 80 e 120 DAP, com defasagem inicial e valores finais mais baixos no final, esperados pelo consórcio já estar com a mandioca em fase de crescimento, confirmando que os picos de evapotranspiração do consórcio acompanharam o do feijão em MDC 2007. Após a colheita do feijão houve tendência de redução dos valores de Kcs até patamares próximos de (0,8) e reduzindo entre 200 e 250 DAP, seguindo a curva de AF, até atingir Kc final próximo de 0,6.

A mandioca solteira em fileira simples MSS, apresentou comportamento diferente das demais plantadas nos anos de 2006 e 2007, com crescimento dos coeficientes Kc mais acentuados inicialmente possivelmente em função da maior densidade de plantas, com máximos até 150 DAP, quando o comportamento se assemelhou aos outros arranjos.

No plantio de 2009 (MDC 2009) as curvas de Kc aumentaram rapidamente e atingiram um máximo bem antes dos anteriores em função do feijão ter sido plantado aos 15 DAP, com tendência de decréscimo a partir de 80 DAP até o ponto onde estaria a cultura solteira aos 100 DAP (Figura 3a). Quando comparado os Kcs dos consórcios com feijão caupi, carioquinha e rosinha (ano 2009), verifica-se que ficaram próximas independente das durações dos ciclos, fases e as diferenças nos vigores das plantas (caupi > carioquinha > rosinha) (Tabela 1).

Corroborando os vigores das plantas, verifica-se que os Kcs do consorcio com caupi foram superiores aos demais no período analisado, seguida do feijão carioquinha. O feijão rosinha é o menos vigoroso e mais precoce (60 dias entre o plantio e colheita (DPC)), seguido do caupi 70 DPC e o carioquinha 80 DPC. Na Tabela 1 encontram-se os valores de Kc por decêndio observado para cada arranjo e experimento realizado, obtidos a partir dos resultados da Figura 3c.

Tabela 1. Coeficientes de cultura de mandioca em fileiras duplas, consorciada com feijão caupi, rosinha e carioquinha.

Experimento	Kc	Decêndios após plantio da mandioca (DAP)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MDC 2009		0,54	0,61	0,87	1,04	1,05	1,07	1,07	1,16	0,98	0,88
MDCR 2009		0,57	0,66	0,85	0,98	0,97	1,05	1,12	1,06	0,95	0,79
MDR 2009		0,68	0,65	0,83	0,90	0,91	1,12	1,15	1,07	0,79	0,78
Caupi Solt.		0,55	0,70	0,95	1,06	1,12	1,07	0,85	0,59		

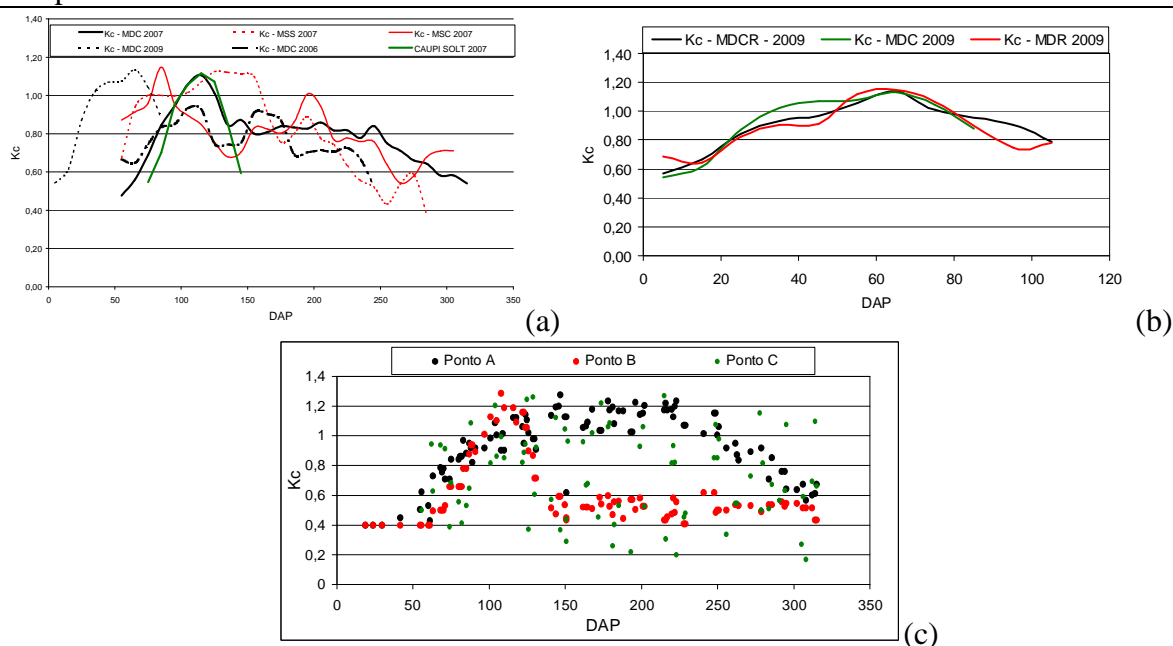


Figura 3. Coeficiente de cultura da mandioca fileira dupla (MD) e Fileira simples (MS) consorciada ou não com caupi (C), rosinha (R) e carioquinha (CR) (a,b); contribuições de cada posicionamento das sondas TDR no valor final do Kc, referente ao plantio em fileira dupla (MDC 2006) (c). Sendo DAP número de dias após o plantio da mandioca.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. IN: SOUZA, L. S. et al. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos 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)