

A PRODUTIVIDADE DE RAÍZES COMERCIAIS E A EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EM PLANTAS DE MANDIOCA CULTIVADAS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

DIEGO G. PINHEIRO¹, NEREU A. STRECK², ALENCAR J. ZANON³, ANDRÉ T. DE SOUZA¹, FLÁVIA K. SAMBORANHA¹, MICHEL R. DA SILVA⁴

1. Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM, Santa Maria - RS, fone: (0xx55) 91793166. Email: d.garridop@hotmail.com.

2. Eng. Agrônomo, Professor Associado, PhD, Depto. de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria - RS.

3. Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria - RS.

4. Aluno de graduação em Agronomia, UFSM, Santa Maria - RS.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia -18 a 21 de julho de 2011 - SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi relacionar o índice de área foliar (IAF) e a produtividade de raízes comerciais (RC) de mandioca em diferentes espaçamentos. A importância deste estudo se dá devido à relação existente entre o IAF e a produtividade de raízes tuberosas da mandioca (*Manihot esculenta*). Um experimento a campo foi conduzido em uma área experimental integrada ao Departamento de Fitotecnia da UFSM, em Santa Maria, RS. A variedade usada foi a FEPAGRO RS 13. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco blocos e quatro tratamentos, totalizando vinte unidades experimentais. Os tratamentos foram quatro espaçamentos distintos e equidistantes, com 0,8 m; 1,0 m; 1,2 m e 1,5 m entre linhas e plantas, onde seis plantas por parcela foram selecionadas para efetuar as observações. As variáveis analisadas foram o comprimento do maior lóbulo de todas as folhas da planta, o número acumulado de folhas e os componentes de rendimento das RC. As plantas espaçadas de 0,8m obtiveram os maiores IAF e as menores produtividades de RC por planta, porém a maior produtividade por hectare foi encontrada neste espaçamento.

PALAVRAS-CHAVE: Índice de Área Foliar, raízes comerciais, *Manihot esculenta*

THE YIELD OF COMMERCIAL ROOTS AND THE LEAF AREA INDEX OF CASSAVA PLANTS UNDER DIFFERENT PLANTING SPACING

ABSTRACT: The purpose of this study was to evaluate the evolution of the leaf area index (LAI) and the yield of commercial roots (CR) in the different spacings. The main purpose of this study is the relation between the LAI and the yield of tuber roots of cassava (*Manihot esculenta*). An experiment was conducted at the experimental area of the Department of Fitotecnia – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). The variety used was FEPAGRO RS 13. The experimental design was a complete randomized blocks, with five replications and the treatments were four spacings between rows and plants: 0.8 m; 1.0 m; 1.2 m; 1.5 m. Six plants of each parcel were selected, for the measurements of the variables. The variables were the length of the biggest lobule in all expanded leaves, the number of accumulated leaves and

the yield components of CR. The plants that reached the highest LAI and the lowest yield of CR per plant were the 0.8 m. However, this treatment presented the highest yield per hectare.

Keywords: leaf area index, commercial roots, *Manihot esculenta*

INTRODUÇÃO: A mandioca serve de cultura de subsistência para inúmeras pequenas propriedades rurais, principalmente nos países pobres e emergentes. O estudo do índice de área foliar (IAF) é importante por correlacionar-se com a tuberação das raízes. Segundo Cock et al. (1979 apud ALVES, 2006, p.144), há uma faixa ótima do IAF para maior acúmulo de reservas, que se encontra entre 3,0 e 3,5. O IAF está condicionado a características genéticas e ambientais. Segundo Mattos (1986 apud MATTOS, 2006, p.503), o espaçamento ideal para a cultura da mandioca é dependente de vários fatores como a fertilidade do solo, práticas culturais, variedades e finalidade de exploração da cultura. Irolivea et al. (1998) comentam que o aumento da densidade populacional influencia na quantidade e qualidade das raízes tuberosas, pois aumenta o número de raízes devido a competição por água e nutrientes do solo, reduzindo o tamanho médio destas. No cultivo de mandioca no Rio Grande do Sul, o adensamento de plantas mais usual é de 0,8 x 0,8 m, correspondendo a uma densidade de 16.000 plantas ha⁻¹ (SCHONS et al., 2009). Portanto, a densidade não deve ser tão alta, para não levar a competição entre as plantas num nível que afete sua produtividade e, nem tão baixa, para que não haja desperdício de área útil. O objetivo deste trabalho foi relacionar o índice de área foliar (IAF) e a produtividade de raízes comerciais (RC) de mandioca em diferentes espaçamentos.

MATERIAIS E MÉTODOS: Um experimento foi realizado no ano agrícola de 2009/2010, na área experimental do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Santa Maria, RS. A região possui um clima Cfa pela classificação de Köppen, ou seja, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida (MORENO, 1961). O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com cinco repetições e os tratamentos foram formados por cinco espaçamentos de forma equidistante entre linhas e entre plantas: 0,8 m; 1,0 m; 1,2 m e 1,5 m. Cada espaçamento equivale a uma densidade de plantas (Tabela 1). As parcelas foram compostas por oito plantas por linha em cinco linhas, totalizando 40 plantas por parcela, com uma distância de 3m uma da outra e 4m entre blocos. A variedade usada foi a FEPAGRO RS 13, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Sul, sendo este um genótipo adaptado e bastante usado no Rio Grande do Sul. As manivas foram cortadas com um comprimento de 20 cm e enterradas em covas a 20 cm de profundidade. O plantio foi realizado em 24/09/2009. A emergência foi considerada quando 50% do total de plantas de cada parcela estavam visíveis a cima do solo. Considerou-se 24/10/2009 como a data da emergência de todas as parcelas do experimento, pois não houve diferença entre tratamentos e blocos. Seis plantas por parcela foram selecionadas para efetuar as observações das variáveis de crescimento e desenvolvimento. As variáveis analisadas foram o comprimento do maior lóbulo de todas as folhas da planta, o número acumulado de folhas e os componentes de rendimento das RC. Com os valores do comprimento do maior lóbulo foi calculada a área das folhas pela equação (SCHONS et al., 2009):

$$\text{Área Foliar (cm}^2\text{)} = 3,2792(x) + 0,1607(x)^2 + 0,0402(x)^3$$

em que, “x” é o comprimento do maior lóbulo (cm) e a área foliar na haste foi calculada pelo somatório da área das folhas individuais. Para as ramificações simpodiais, foram consideradas similares as hastes de uma mesma ramificação simpodial, multiplicando a área foliar de uma

haste pelo total de hastes daquela ramificação. O IAF foi estimado ao dividir a área foliar da planta pela área ocupada por ela em cada espaçamento, ou seja, 0,64m² ou 1m² ou 1,44m² ou 2,25m², respectivamente, para os espaçamentos 0,8m; 1,0m; 1,2m e 1,5m. A colheita foi realizada em 09/06/2010. Os componentes do rendimento foram: número e a produtividade de massa fresca (MF) e massa seca (MS) de raízes comerciais (RC). As raízes consideradas comercializáveis foram aquelas com comprimento maior que 10 cm e diâmetro maior que 2 cm (SCHONS et al., 2009). Para a determinação dos componentes do rendimento foram colhidas as plantas marcadas de todas as parcelas. Em seguida, foram separadas e pesadas todas as RC. Logo, fez-se amostras aleatórias de 10 RC por parcela, a fim de levar a estufa e determinar a massa seca, até massa constante das amostras. Após a secagem, foi estimado um índice para cada parcela ao dividir a MS pela MF das amostras. Estes índices foram multiplicados pelas produtividades (MF) das seis plantas das parcelas. Assim, foi estimada a massa seca de RC por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das variáveis foram distinguidas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Figura 1 mostra que houve o fechamento do dossel vegetativo primeiramente no tratamento 0,8m, pois o IAF foi maior desde o início do estabelecimento da cultura, mantendo-se assim até o final do ciclo de desenvolvimento. Os demais tratamentos mantiveram a taxa de crescimento de acordo com a evolução dos respectivos IAF (Figura 1), porém com uma taxa de crescimento mais lenta. Este fato pode ser explicado pela competição intraespecífica no dossel, já que o aumento da densidade influencia na produtividade devido à redução da disponibilidade de água e nutrientes no solo (IROLIVEA et al., 1998). O auto sombreamento também pode ter contribuído para o aumento da taxa de crescimento do IAF nos menores espaçamentos. Okoli & Wilson (1986 apud ALVES, 2006, p.156) explicam que com a redução da radiação solar no interior do dossel as folhas passam a serem drenos dos fotoassimilados ao expandirem suas áreas para maior captação de luz, assim como o aumento do comprimento das hastes com a alongação dos entre nós. Em geral, a competição intraespecífica é menos intensa à medida que aumenta o espaçamento entre elas, amenizando a velocidade de crescimento da parte aérea das plantas (Figura 1), e translocando mais fotoassimilados para as raízes tuberosas (Tabela 1). A análise estatística da massa fresca (MF) de raízes comerciais (RC) por planta indicaram que o espaçamento de 1,5m obteve a maior produtividade por planta (5,645kg), diferindo significativamente dos demais (Tabela 1). Este resultado confirma a vantagem individual para as plantas com maior área de exploração e está de acordo com Irolivea et al. (1998). Outra explicação para estes resultados deve-se a diferença nas inclinações das curvas de IAF, que indicam a velocidade da evolução do IAF ou a taxa de crescimento da planta (Figura 1). Segundo Cock et al. (1979 apud ALVES, 2006, p.144), o IAF se relaciona com a taxa de tuberação das raízes, devendo atingir o índice de 3,0 o mais rápido possível e permanecer o máximo de tempo na faixa compreendida entre 3,0 e 3,5. Desta maneira a planta de mandioca poderá atingir maior produtividade de raízes tuberosas. Então, como o tratamento menos denso (1,5m) evoluiu sua área foliar mais lentamente, devido à menor inclinação da curva, permaneceu mais tempo na faixa ótima de tuberação obtendo os maiores rendimentos de RC por planta (Tabela 1).

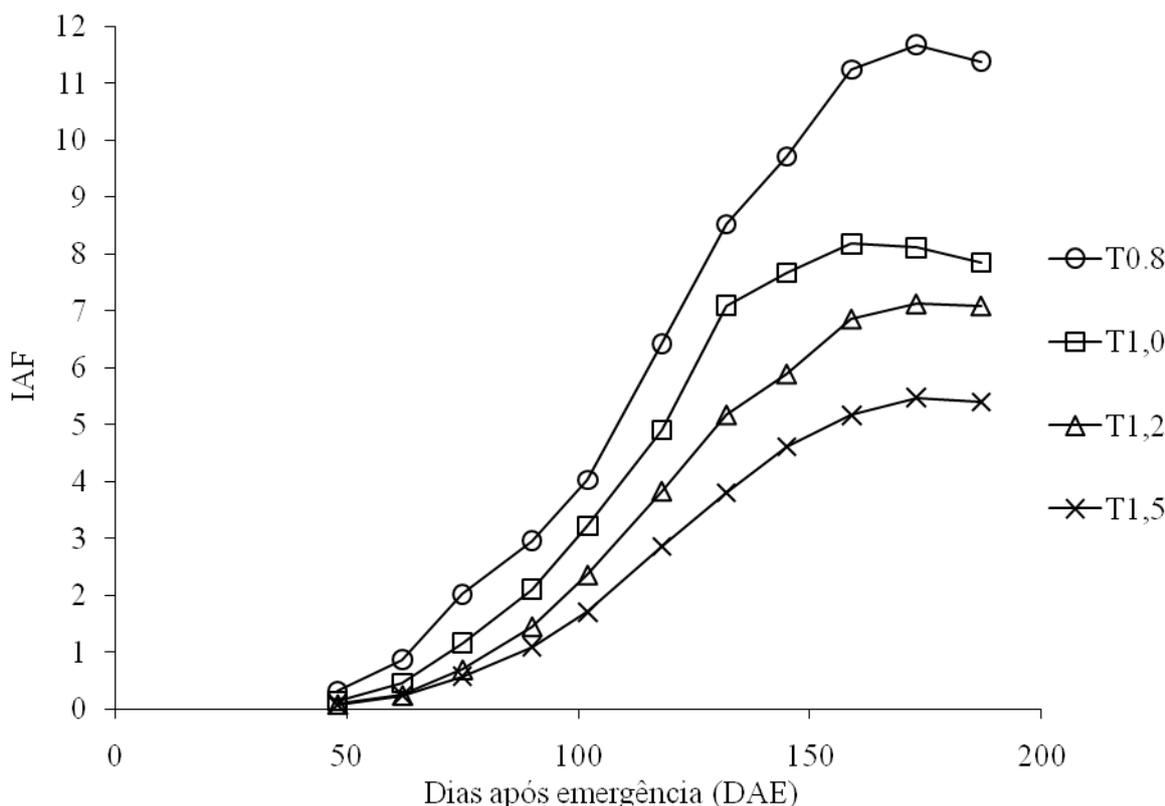


Figura 1: Evolução do índice de área foliar IAF de plantas de mandioca, variedade FEPAGRO RS 13, em quatro espaçamentos em função de dias após a emergência (DAE). Santa Maria, RS, Brasil, 2009/2010.

Tabela 1: Produtividade de massa fresca das raízes comerciais por planta de mandioca, variedade FEPAGRO RS 13, em função do espaçamento. Santa Maria, RS, Brasil, 2009/2010.

Espaçamentos (m)	MF (kg)
0,8 x 0,8	2,3322 c
1,0 x 1,0	2,7850 c
1,2 x 1,2	4,2504 b
1,5 x 1,5	5,6452 a
CV (%)	14,20

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem no teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2: Produtividade de número, massa fresca (MF), massa seca (MS) de raízes comerciais (RC) de mandioca, variedade FEPAGRO RS 13, em função do espaçamento. Santa Maria, RS, Brasil, 2009/2010.

Espaçamentos (m)	Número (ha ⁻¹)	MF (t. ha ⁻¹)	MS (t. ha ⁻¹)
0,8 x 0,8	169271 a*	36,44 a*	13,08 a*
1,0 x 1,0	125833 b	29,51 ab	9,87 b
1,2 x 1,2	91435 c	27,85 b	10,05 b
1,5 x 1,5	58607 d	25,09 b	8,39 b
CV (%)	9,813538	10,73	9,07

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

De acordo com a Tabela 2, o espaçamento 0,8m obteve a maior produtividade por área de MF (36,44 t.ha⁻¹), sendo superior aos demais espaçamentos. A produtividade no espaçamento 1,0m foi a única que não diferiu do tratamento mais denso, apesar de ter produzido 7 t.ha⁻¹ a menos. A explicação para essa superioridade do tratamento mais adensado, deve-se primeiramente à maior população de plantas por hectare (15.625 plantas.ha⁻¹), enquanto que nos espaçamentos 1,0m; 1,2m e 1,5m, a densidade de plantas foi 10.000 plantas.ha⁻¹, 6.944 plantas.ha⁻¹ e 4.444 plantas.ha⁻¹, respectivamente. Também, pode ser justificado pelo número de raízes tuberosas emitidas, onde o tratamento 0,8m produziu 43.438 RC por hectare a mais do que o segundo mais denso (1,0m), diferindo estatisticamente de todos os tratamentos (Tabela 2). Obteve-se um aumento significativo no número de raízes tuberosas à medida que se reduziu o espaçamento, pois as plantas em maiores densidades emitiram mais raízes em busca de água e nutrientes, porém com tamanho médio de raiz menor do que as raízes dos tratamentos menos densos, confirmando a hipótese de Irolivea et al. (1998). Na Tabela 2, também, são mostrados os resultados da variável massa seca (MS) de RC por hectare, ou seja, a biomassa convertida pela fotossíntese e translocada para as raízes tuberosas, cujos valores seguiram a mesma tendência da massa fresca. O tratamento 0,8m diferiu dos demais ao translocar 13,08 toneladas de biomassa por hectare para as raízes de reserva. Então, observa-se que a evolução do IAF influencia a produtividade de raiz comercial por planta, assim como a densidade de plantio determina a produtividade por área. Vale ressaltar que a variedade FEPAGRO RS 13 possui comportamento simpodial tricotômico, necessitando de maior espaçamento do que uma variedade sem ramificação. Portanto, é necessário adequar o espaçamento de acordo com o hábito de crescimento da variedade e com as condições de fertilidade do solo.

CONCLUSÃO: O espaçamento 0,8m apresentou a maior produtividade por hectare e o espaçamento 1,5m obteve a maior produtividade por planta. Os tratamentos mais densos evoluíram o IAF mais rapidamente, afetando na quantidade de raízes emitidas e no tamanho médio das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap.7, p.138-169.
- IROLIVEA, E.A.M. et al. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v.55, n.2, maio 1998.
- MATTOS, P.L.P. de. Implantação da cultura. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA, 2006. Cap.17, p. 492-517.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 43p.
- SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e de milho em cultivo solteiro e consorciado: Crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.155-167, 2009.