

Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo

Priscila Figueiredo Gonzales (1*); Sílvio José Bicudo (1); Marina Aparecida Moraes-Dallaqua (2); Fábio Yomei Tanamati (3); Eduardo Barreto Aguiar (4)

(1) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias (UNESP/FCA), Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal, Rua José Barbosa de Barros, 1.780, 18610-307 Botucatu (SP), Brasil.

(2) UNESP/FCA, Instituto de Biociências, Distrito de Rubião Junior, s/n, 18618-970 Botucatu (SP), Brasil.

(3) UNESP/FCA, Departamento de Horticultura, 18610-307 Botucatu (SP), Brasil.

(4) Instituto Agronômico (IAC), Centro de Horticultura, Caixa Postal 28, 13012-970 Campinas (SP), Brasil.

(*) Autora correspondente: priscila_figueiredo3@hotmail.com

Recebido: 14/maio/2014; Aceito: 19/ago./2014

Resumo

Com o objetivo de avaliar o efeito de cultivo mínimo, plantio convencional e plantio direto sobre os componentes de produção e a morfologia das raízes tuberosas de mandioca da cultivar de mesa IAC 576-70, conduziu-se este experimento a campo em delineamento experimental de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas com seis repetições. Os preparos do solo, cultivo mínimo, preparo convencional e plantio direto, foram consideradas as parcelas e as épocas de avaliação, em dias após o plantio, foram consideradas as subparcelas. Neste experimento foram avaliados o número, comprimento, diâmetro, massas fresca e seca, teor de massa seca e as características morfológicas das raízes de mandioca em diferentes épocas de avaliação. A partir dos resultados dessas avaliações foi possível concluir que o preparo de solo influencia no diâmetro das raízes, nas massas fresca e seca no início das fases de repouso fisiológico e retomada do novo período vegetativo; que o preparo de solo não influencia a definição cronológica dos componentes de produção nem a morfologia de raízes de mandioca; e que os componentes da produção de raízes são definidos no tempo na seguinte ordem: número de raízes, comprimento, diâmetro, teor de massa seca, massas fresca e seca.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, mandioca de mesa, plantio convencional, cultivo mínimo e plantio direto.

Yield components and morphology of cassava roots under different tillage

Abstract

In order to evaluate the effect of minimum tillage, conventional tillage and no-tillage on yield components and the morphology of roots of sweet cassava cv. IAC 576-70 was conducted a field experiment in randomized blocks design with split plot with six replications. The different tillages: minimum tillage, conventional tillage and no-tillage plots were considered the plots and the evaluation time, in days after planting, were considered the subplots. In this experiment were measured the number, length, diameter, fresh and dry weight, dry matter content and morphological characteristics of cassava roots at different sampling times. From the results of these assessments it was concluded that the soil tillage influence root diameter, fresh and dry weight, in the early dormancy phase and new period of vegetative growth, the soil tillage did not influence the chronological definition of the yield component as well as the morphology of cassava roots and the yield components of sweet cassava cv. IAC 576-70 are defined in the following order, number of roots, length, diameter, dry matter content, fresh and dry weight.

Key words: *Manihot esculenta*, sweet cassava, conventional tillage, minimum tillage, no tillage.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca de mesa, mansa ou doce é assim denominada pelo baixo teor de compostos cianogênicos e fibras e alto teor de amido e matéria seca (Borges et al., 2002; Valle et al., 2004). Essas características são desejáveis ao consumo *in natura* e são fortemente influenciadas pela idade da planta (Franck et al., 2011), sendo por esse motivo cultivada por até 13 meses (Lorenzi, 2003).

Como a raiz constitui a parte de maior interesse econômico da planta de mandioca, elas devem apresentar superfície livre de deformações, características como cor de casca e polpa que atendam à preferência do consumidor e ter a maior produtividade possível, a qual é expressa pelos componentes de produção relacionados à raiz como número, comprimento, diâmetro, massas fresca e seca e

teor de massa seca (Lorenzi, 2003; Valle et al., 2004; Vine e Ahmad, 1987).

A implantação da cultura da mandioca normalmente ocorre sob preparo convencional do solo (Oliveira et al., 2001; Otsubo et al., 2008), entretanto a mandioca constitui uma cultura que favorece a perda de solo por erosão (Watanabe et al., 2002) devido ao seu crescimento inicial lento e à necessidade de revolvimento do solo no plantio e colheita (Lorenzi e Dias, 1993), o que pode ser amenizado através da adoção de preparos conservacionistas do solo, como cultivo mínimo e plantio direto (Fasinmirin e Reichert, 2011).

Apesar de na maior parte das vezes o preparo convencional ser o mais favorável em termos produtivos para a cultura da mandioca, devem-se considerar e priorizar os preparos conservacionistas, uma vez que diversos resultados de pesquisas mostram ausência de diferenças entre plantio convencional e cultivo mínimo (Gabriel Filho et al., 2000; Oliveira et al., 2001; Otsubo et al., 2008) e plantio convencional e plantio direto (Hulugalle e Ndi, 1993).

Embora algumas vezes tenham ocorrido diferenças na produtividade de raízes de plantas cultivadas em diferentes preparos do solo, esses resultados foram determinados no momento da colheita (Oliveira et al., 2001; Otsubo et al., 2008), não sendo possível identificar em que fase do desenvolvimento da planta as diferenças são estabelecidas, bem como qual componente de produção é mais desfavorecido.

Objetivou-se avaliar o efeito do cultivo mínimo, do plantio convencional e do plantio direto sobre os componentes de produção e a morfologia das raízes tuberosas da cultivar de mesa IAC 576-70.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, (22°49'S; 48°25'W e altitude de 770 m). O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com inverno

seco e verão quente e chuvoso. As precipitações e temperaturas máximas e mínimas registradas durante a condução do experimento estão apresentadas na figura 1. O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho distrófico estruturado e de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-0,30 m para a determinação das características químicas, granulométricas e físicas do solo. O solo da área experimental tinha a seguinte composição química: matéria orgânica, 30 g dm⁻³; pH (CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹), 4,7; P (resina), 20 mg dm⁻³; K, Ca, Mg e H+Al, 1,4, 28, 11,7 e 48 mmolc dm⁻³, respectivamente; e V = 45,3%. As características granulométricas e físicas do solo eram: areia, silte e argila = 110,7, 268,3 e 621,7 g dm⁻³, respectivamente; e macroporosidade, microporosidade e porosidade total de 9,0, 40,4 e 49,4%, respectivamente.

A área experimental tinha sido cultivada com aveia preta na safra anterior. Para o plantio da mandioca, a resteva de aveia preta e as plantas espontâneas presentes na área foram dessecadas com glifosato (2.000 g ha⁻¹ do i.a.) cerca de 10 dias antes do preparo do solo. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições. As parcelas foram constituídas por três formas de preparo do solo: a) plantio convencional (PC) – uma passada de arado de disco e duas passadas de grade niveladora; b) cultivo mínimo (CM) – duas passadas de enxada rotativa; c) plantio direto (PD) – sem utilização de implementos. As subparcelas foram constituídas pelas épocas de avaliação, que foram realizadas aos 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330 e 360 dias após o plantio (DAP). Cada parcela foi composta por nove fileiras de plantas de dezesseis metros de comprimento e cada subparcela foi constituída por quatro plantas, respeitando-se a condição de bordadura em todas as épocas de avaliação.

O sulcamento e a adubação para o plantio da mandioca foram realizados mecanicamente, no espaçamento de 0,9 m entre linhas, utilizando-se uma plantadora de mandioca

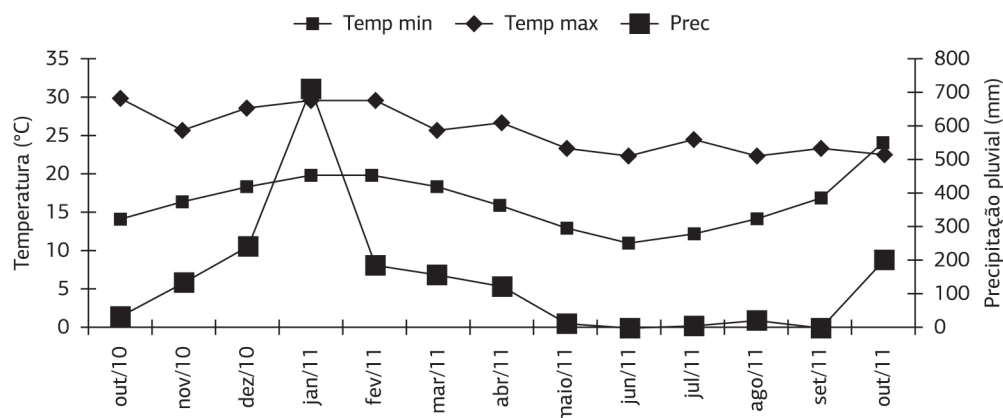


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas e precipitações pluviométricas mensais observadas de outubro de 2010 a outubro de 2011 em Botucatu, SP.

modelo Bazuca II, Plantcenter®. Na adubação de plantio foram aplicados 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado N-P₂O₅-K₂O 2-20-20. Após a adubação, o plantio das manivas foi realizado manualmente no dia 15 de outubro. As manivas foram plantadas no sulco, na profundidade de 0,10 m e no espaçamento de 1,0 m entre manivas na linha. Foram utilizadas manivas de 0,20 m de comprimento e com cinco gemas, as quais foram retiradas do terço médio de plantas da cultivar de mesa IAC 576-70 com 12 meses de idade e diâmetro médio de 0,02 m. Durante os quatro primeiros meses após o plantio foram feitas quatro capinas manuais, representando essas o único tratamento fitossanitário aplicado durante a condução do experimento.

Em todas as épocas de avaliação foram coletadas quatro plantas por subparcela, das quais foram avaliados o número de raízes por planta, o comprimento de raízes, o diâmetro de raízes, as massas fresca e seca das raízes, o teor de massa seca das raízes e as características morfológicas decorrentes de deformações, da presença de pedúnculo, além de cor da película, cor da entrecasca, cor da polpa, textura da película, presença de constrições, forma da raiz, destaque da película, destaque da entrecasca.

O número médio de raízes por planta foi obtido pela divisão do número total de raízes pelo número de plantas colhidas em cada parcela. O comprimento e o diâmetro foram determinados em três raízes mais uniformes de cada uma das quatro plantas, totalizando 12 raízes. O comprimento foi determinado de uma extremidade a outra com auxílio de uma régua graduada e o diâmetro foi aferido no terço médio das raízes, com auxílio de um paquímetro digital.

A massa fresca total foi determinada pela pesagem de raízes por planta, a média delas foi utilizada para o cálculo da produtividade de massa fresca de raízes em kg ha⁻¹. A massa seca foi determinada em subamostras de raízes por planta, secas em estufa a 65 °C por 72 horas e em seguida pesadas em balança de precisão. A massa seca em kg ha⁻¹ e a porcentagem de massa seca foram determinadas pela relação entre elas e a massa fresca total.

As características morfológicas das raízes foram determinadas aos 360 DAP, conforme a metodologia proposta por Fukuda e Guevara (1998); cada tratamento foi representado por três raízes de quatro plantas, totalizando 12 raízes, as quais foram analisadas por três avaliadores

previamente treinados. Esses resultados foram apenas descritivos e por isso não foram submetidos à análise estatística.

Os resultados de produção de raízes foram submetidos à análise de variância a 5% de significância de erro pelo teste F, sendo os tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e as épocas de avaliação, por regressão. As variáveis número, comprimento, diâmetro e produção de massa fresca foram correlacionadas com a produção de massa seca através do coeficiente de correlação linear de Pearson.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de raízes foi crescente até 90 DAP; a partir dessa época não houve diferenciação de raízes fibrosas de tuberosas (Figura 2a), corroborando os resultados de Wholey e Cock (1974), que citaram que o número de raízes é definido nas fases iniciais de desenvolvimento da planta de mandioca. Aos 60 DAP houve uma diferença entre os tratamentos: o CM apresentou menor número de raízes, entretanto no intervalo de 30 dias essa diferença foi superada entre os tratamentos, não ocorrendo mais diferenças até o final do ciclo. Esse resultado indica que o número de raízes não constituiu um fator limitante à produtividade final das plantas cultivadas em diferentes preparos.

O comprimento das raízes foi crescente do plantio até 150 DAP, seguido por um período de ausência de crescimento até o final do ciclo (Figura 2b); o crescimento em comprimento das raízes iniciou-se na fase de brotação até o início da fase de crescimento em diâmetro das raízes (Tabela 1); segundo Alves (2002), o crescimento em comprimento das raízes ocorre antes do crescimento em espessura devido à facilidade que as raízes mais finas têm de penetrar o solo. Não houve diferenças no comprimento das raízes entre os tratamentos em nenhuma das épocas avaliadas.

O crescimento em diâmetro das raízes ocorreu desde o plantio até 210 DAP, a partir dos quais se manteve constante até 300 DAP, seguindo-se um novo período de crescimento (Figura 3c). As maiores taxas do crescimento em diâmetro entre 60 e 210 DAP são explicadas pela alta taxa de fotossíntese líquida que ocorre após a fase de estabelecimento da parte aérea (Tabela 1) em condições

Tabela 1. Data do início e fim, duração e avaliações realizadas nas fases de desenvolvimento da planta de mandioca durante a condução do experimento*

	Fase do ciclo	Início	Fim	Duração (dias)	Avaliações (DAP)
1	Brotação	15/10/10	30/10/10	15	-
2	Formação do sistema radicular	31/10/10	9/1/11	70	30 e 60
3	Desenvolvimento da parte aérea	1/12/10	1/3/11	90	90 e 120
4	Engrossamento das raízes	2/2/11	3/5/11	90	150 e 180
5	Repouso fisiológico	3/5/11	10/9/11	130	210; 240; 270 e 300
6	Início do novo período vegetativo	11/9/11	15/10/11	35	330 e 360

*Adaptado de Alves (2002), Conceição (1987) e Viégas (1976).

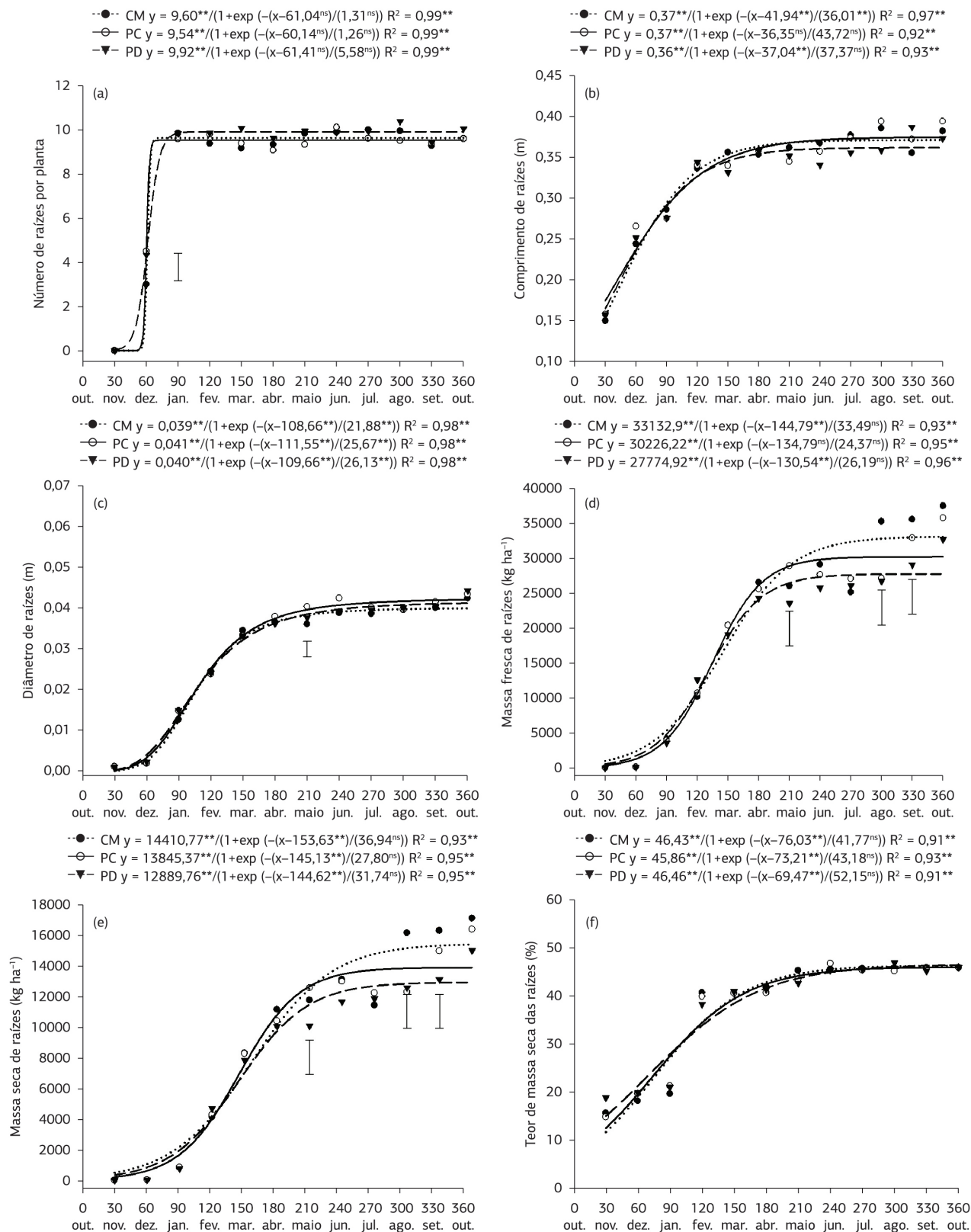


Figura 2. Componentes de produção de raízes de mandioca cv. IAC 576-70 – (a) Número de raízes por planta, (b) Comprimento de raízes, (c) Diâmetro de raízes, (d) Massa fresca de raízes (e) Massa seca de raízes e (f) Teor de massa seca de raízes – desenvolvidas sob cultivo mínimo (CM), plantio convencional (PC) e plantio direto (PD), em diferentes épocas de avaliação. ^{ns}, ^{**} não significativo e significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; barras verticais indicam o valor de DMS entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

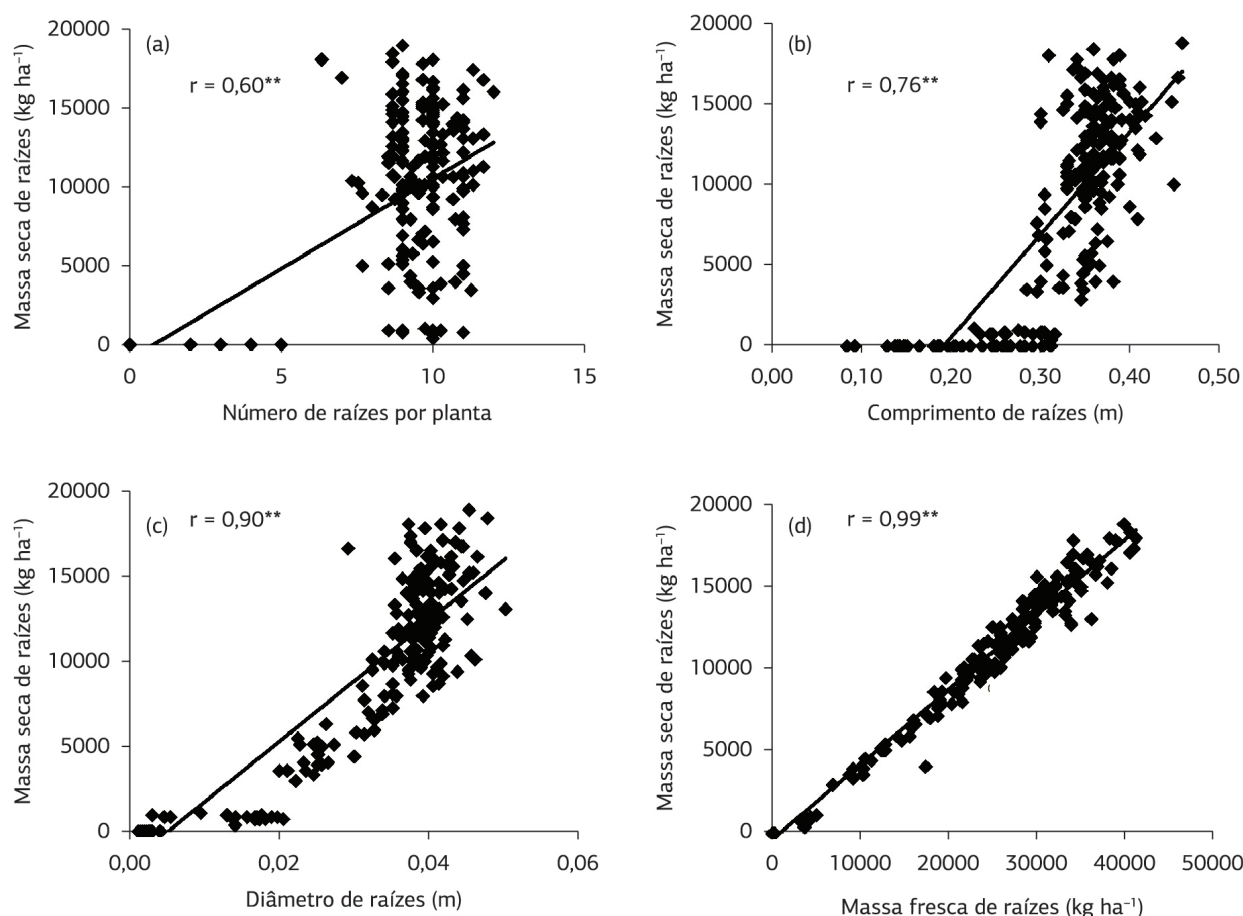


Figura 3. Correlação linear entre os componentes de produção de raízes de mandioca cv. IAC 576-70 cultivada sob três preparos do solo (CM, PC e PD) em diferentes épocas de avaliação. ** significativo a 1% pelo teste t.

favoráveis de água e temperatura (Alves 2002; Conceição, 1987; Viégas, 1976). O diâmetro da raiz diferiu entre os tratamentos aos 210 DAP: nessa época, o PC apresentou raízes com maiores diâmetros, seguido pelo CM e PD, os quais não diferiram entre si.

O acúmulo de massa fresca foi crescente até 210 DAP, seguindo-se um período de menores taxas de crescimento até 300 DAP e um novo período com maiores taxas de crescimentos a partir de 330 DAP (Figura 2d). Essa tendência indica que embora a planta de mandioca entre em repouso fisiológico, existe um saldo fotossintético positivo que garante o aumento de massa acumulada nas raízes. Diferenças na produtividade de raízes ocorreram aos 210, 300 e 330 DAP. Aos 210 DAP, o PC apresentou maior acúmulo de massa fresca, seguido por CM e PD; aos 300 e 330 DAP, o maior acúmulo foi verificado no CM, seguindo-se o PC e o PD.

Foram observadas semelhanças nas curvas de regressão e nas diferenças entre os tratamentos no acúmulo de massas fresca e seca (Figuras 2d,e) devido à alta correlação positiva entre essas duas variáveis (Figura 3d). O acúmulo de massa seca representa a produtividade efetiva da planta,

uma vez que reflete sua capacidade fotossintética e o potencial do dreno, sendo por isso considerado o principal componente de produção da mandioca (Conceição, 1987). As diferenças observadas aos 210, 300 e 330 DAP tanto para a produção de massa fresca como de massa seca indicam que o plantio direto exerceu alguma influência nas partículas do solo, representando uma restrição de ordem física ao desenvolvimento do diâmetro (aos 210 DAP) e ao acúmulo de massas fresca e seca (Vine e Ahmad, 1987; Watanabe et al., 2002).

A ausência de diferença significativa no acúmulo de massas fresca e seca entre os tratamentos no período de maior acúmulo, 90 a 180 DAP (Figuras 2d,e), é explicada pela duração da máxima taxa de acúmulo, o que quer dizer que, embora as taxas nas raízes sob PC e PD tenham sido maiores, o período de acúmulo cessou aos 150 DAP, enquanto que as raízes sob CM acumularam massas fresca e seca até 180 DAP (Figuras 4a,c).

O teor de massa seca das raízes foi de 10% a 20% de 30 a 90 DAP, com um crescimento acentuado entre 90 e 120 DAP, após o que estabilizou-se, acumulando cerca de 40% de massa seca. Não houve diferenças entre os tratamentos

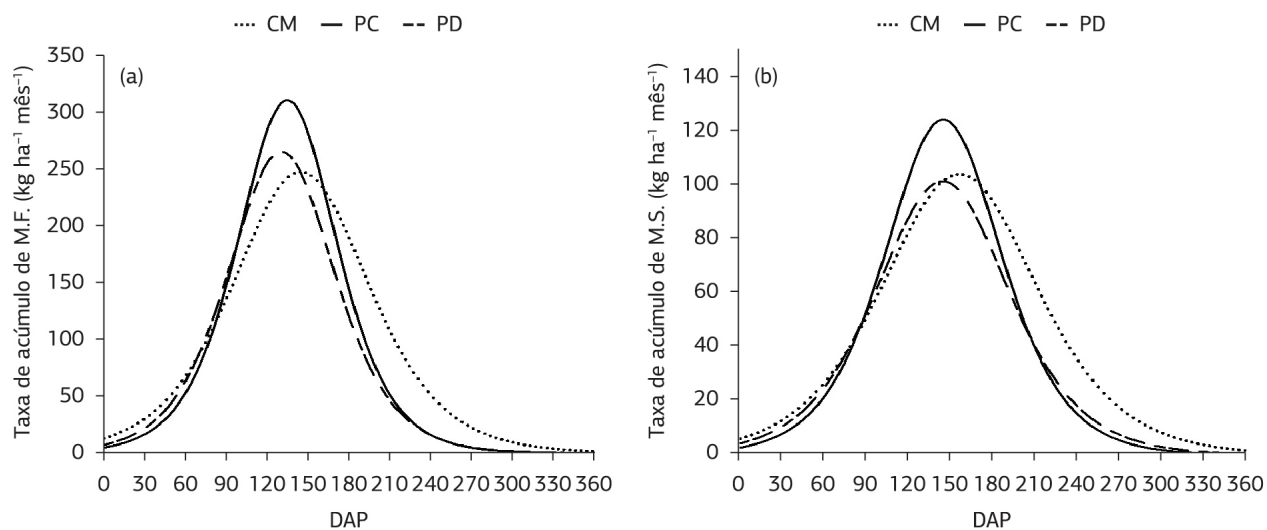


Figura 4. (a) Taxa de acúmulo de massa fresca (M.F.) e (b) Massa seca (M.S.) em raízes de mandioca cv. IAC 576-70 cultivadas sob três preparos do solo (CM, PC, PD) em diferentes épocas de desenvolvimento.

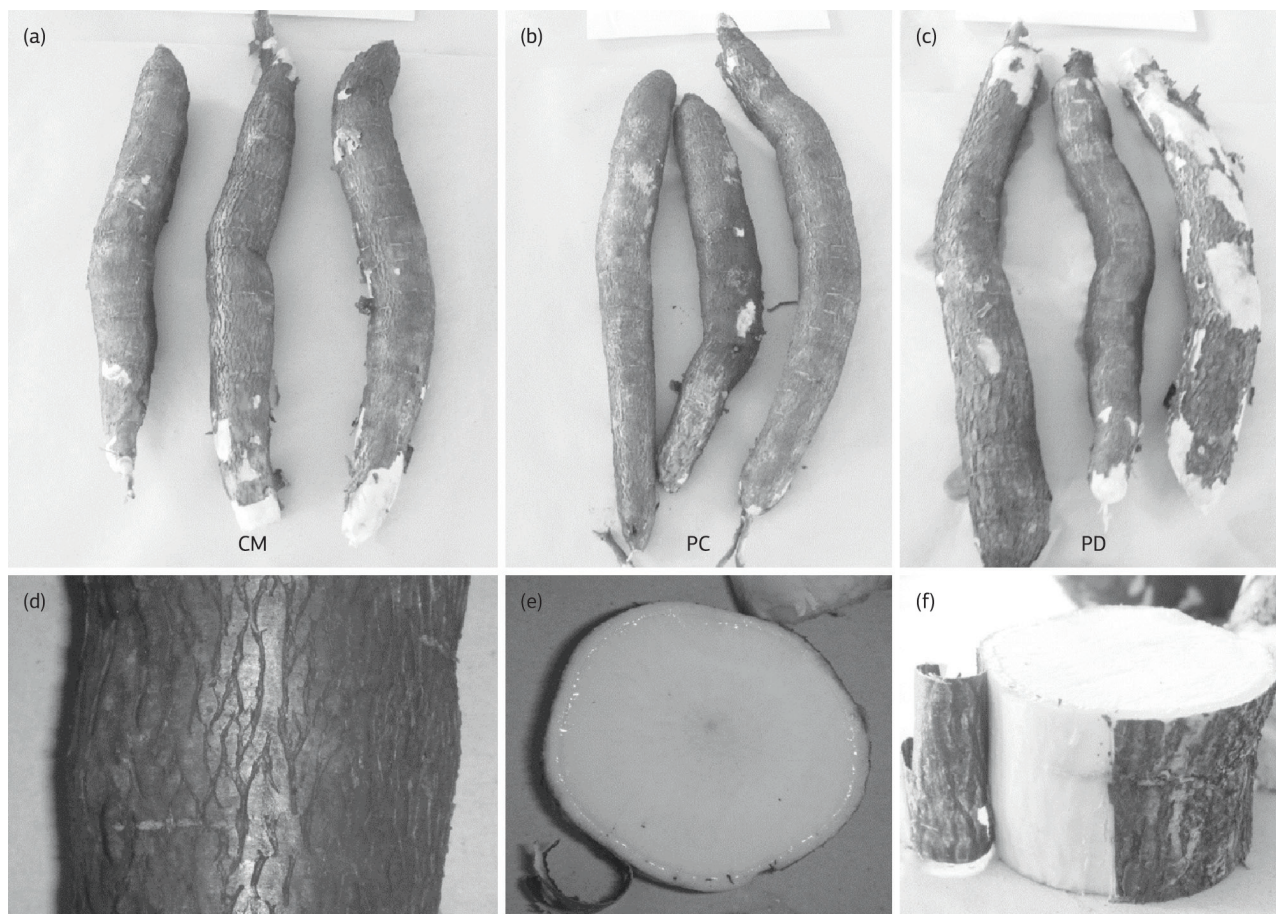


Figura 5. Caracteres morfológicos de raízes de mandioca cv. IAC 576-70 aos 360 DAP: (a) Raízes desenvolvidas sob cultivo mínimo; (b) Sob preparo convencional; e (c) Sob plantio direto; (d) Detalhe da textura; e (e, f) Destaque da película.

em nenhuma das épocas avaliadas (Figura 2f). A ausência de diferenças significativas nos diferentes componentes de produção, na maior parte das épocas de avaliação, é explicada pelo ciclo longo da planta de mandioca. Nas figuras 4a,b, observa-se que ao longo do ciclo ocorrem diferentes taxas de acúmulo de massa seca, reduzindo-se ou eliminando-se possíveis diferenças na produção de raízes nas diferentes épocas de desenvolvimento.

A figura 3 mostra que todos os componentes de produção correlacionam-se positivamente com o aumento da massa seca, entretanto o diâmetro das raízes e a massa fresca são os componentes que determinam de fato a produção final de raízes. Esses resultados estão de acordo com os de Cock et al. (1979), que citaram que o número e o comprimento de raízes, normalmente, não constituem componentes de produção limitante à produtividade da mandioca, já que o número e o comprimento de raízes podem ser compensados pelo crescimento em diâmetro.

Os caracteres morfológicos das raízes da cultivar IAC 576-70 aos 360 DAP não foram influenciados pelos preparos do solo (Figuras 5a,b,c). Aos 360 DAP, as raízes apresentavam padrão de crescimento misto, ou seja, apresentavam-se como raízes sésseis e pedunculadas, sendo que a maior parte das raízes tuberosas originava-se a partir do calo cicatricial, ou extremidade da maniva-semente, corroborando os resultados de Lowe et al. (1982).

As raízes apresentaram cor da película marrom-clara, com textura rugosa (Figura 5d), e cor de polpa e entrecasca branca-creme. Em função do comprimento médio, 0,035 m, e do diâmetro médio, entre 0,045 a 0,05 m (Figuras 2b,c), as raízes foram classificadas como curtas e finas, não apresentando constrições, que são cintas existentes em algumas variedades de mandioca. As raízes apresentaram fácil retirada da película e entrecasca as quais, segundo Vieira et al. (2009), são características desejáveis nos programas de melhoramento para variedades de mandioca de mesa e complementam os descritores da variedade IAC 576-70 publicados por Lorenzi e Dias (1993).

4. CONCLUSÃO

Os preparos de solo influenciam no diâmetro das raízes, nas massas fresca e seca, no início das fases de repouso fisiológico e retomada do novo período vegetativo.

Os preparos de solo não influenciam na definição cronológica dos componentes de produção, nem na morfologia de raízes de mandioca.

Os componentes da produção de raízes são definidos, no tempo, na seguinte ordem: número de raízes, comprimento, diâmetro, teor de massa seca, massas fresca e seca.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.A.C. Cassava botany and physiology. In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. (Ed.). Cassava: biology, production and utilization. New York: CABI Publishing, 2002. p.67-89. PMID:12141926.
- BORGES, M.F.; FUKUDA, W.M.; ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.37, p.1559-1565, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2002001100006>
- COCK, J.H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, G.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. Crop Science, v.19, p.271-279, 1979. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1979.0011183X001900020025x>
- CONCEIÇÃO, A.J. A mandioca. São Paulo: Nobel, 1987. 382p. PMID:3129762.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.
- FASINMIRIN, J.T.; REICHERT, J.M. Conservation tillage for cassava (*Manihot esculenta* Crantz) production in the tropics. Soil & Tillage Research, v.113, p.1-10, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2011.01.008>
- FRANCK, H.; MESTRES, C.; NOËL, A.; BRIGITTE, P.; JOSEPH, H.D.; CORNET, D.; MATHURIN, N.C. Effects of cultivar and harvesting conditions (age, season) on the texture and taste of boiled cassava root. Food Chemistry, v.126, p.127-133, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.088>
- FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: Embrapa, 1998. 38p.
- GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C.S.; STROHHAUECKER, L.; HELMICH, J.J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. Ciência Rural, v.30, p.953-957, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782000000600005>
- HULUGALLE, N.R.; NDI, J.N. Effects of no-tillage and alley cropping on soil properties and crop yields in a typic Kandiodult of Southern Cameroon. Agroforestry Systems, v.22, p.207-220, 1993. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00705234>
- LORENZI, J.O.; DIAS, C.A.C. Cultura da mandioca. Campinas: CATI, 1993. 41p.
- LORENZI, J.O. Mandioca. Campinas: CATI, 2003. 110p. (Boletim Técnico, n. 245)
- LOWE, S.B.; MAHON, J.D.; HUNT, L.A. Early development of cassava. Canadian Journal of Botany, v.60, p.3040-3048, 1982. <http://dx.doi.org/10.1139/b82-359>
- OLIVEIRA, J.O.A.P.; VIDIGAL FILHO, P.S.; TORMENA, C.A.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; MUNIZ, A.S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.25, p.443-450, 2001.

- OTSUBO, A.K.; MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; BORGES, C.B. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.43, p.327-332, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000300006>
- VALLE, T.L.; CARVALHO, C.R.; RAMOS, M.T.B.; MÜHLEN, O.V.V. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas. *Bragantia*, v.63, p.221-226, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052004000200007>
- VIÉGAS, A.P. Estudos sobre a mandioca. Campinas: IAC:BRASCAN NORDESTE, 1976. 214p.
- VIEIRA, E.A.; FREITAS FILHO, J.; SILVA, M.S.; FUKUDA, W.M.G.; SANTOS FILHO, M.O.S. Comportamento de genótipos de mandioca de mesa no Distrito Federal. *Revista Ciência Agronômica*, v.40, p.113-122, 2009.
- VINE, P.N.; AHMAD, N. Yield development in cassava under different soil physical conditions. *Field Crops Research*, v.17, p.175-198, 1987. [http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290\(87\)90034-7](http://dx.doi.org/10.1016/0378-4290(87)90034-7)
- WATANABE, S.H.; TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; VIDIGAL FIHLO, P.S.; PINTRO, J.C.; COSTA, A.C.S.; MUNIZ, A.S. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrofico influenciadas por sistemas de preparo do solo utilizados para implantação da cultura da mandioca. *Acta Scientiarum*, v.24, p.1255-1264, 2002.
- WHOLEY, D.W.; COCK, J.H. Onset and rate of root bulking in cassava. *Experimental Agriculture*, v.10, p.193-198, 1974. <http://dx.doi.org/10.1017/S0014479700000429>