

Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca

Sandra Pereira de Oliveira¹, Anselmo Eloy Silveira Viana^{2*}, Sylvana Naomi Matsumoto², Nelson dos Santos Cardoso Júnior², Tocio Sediya³ e Alcebiades Rebouças São José²

¹Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Estrada do Bem Querer, Km 4, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

²Departamento de Fitotecnia e Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

³Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: ae-viana@uol.com.br

RESUMO. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista – BA, no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2007, com o objetivo de avaliar o efeito da poda e épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram arranjados segundo esquema fatorial 6 x 2, com seis épocas de colheita (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a poda, realizada aos 300 dias posteriores ao plantio) e dois sistemas de condução da cultura (com poda da haste principal, à altura de 0,20 m da superfície do solo, e sem poda). Menor peso de parte aérea e menor produtividade de raízes tuberosas foram observados em plantas podadas. Embora não tenha sido verificada redução na porcentagem de matéria seca e amido em raízes, houve decréscimo na produção de amido e farinha, avaliados em kg ha⁻¹. A produtividade de raízes tuberosas, produtividade de amido e farinha aumentaram linearmente com as épocas de colheita. Maior tempo de cocção foi verificado para raízes tuberosas provenientes de plantas podadas, quando comparadas com aquelas não-podadas.

Palavras-chave: cocção, produção de raízes, produção de amido.

ABSTRACT. Effect of pruning and harvest time on cassava agronomic characteristics. The experiment was performed at the Campus of Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, in Vitoria da Conquista, Bahia-Brazil, from November 2005 to February 2007, aiming to evaluate the effect of pruning and harvest time on cassava agronomic characteristics. The experimental design used was randomized blocks, with three replications. The treatments were arranged according to a 6 x 2 factorial scheme, with six harvest times (30, 60, 90, 120, 150, 180 days after pruning) and two cultivation systems (with and without pruning). The results showed that pruned plants presented low aerial part weight and low productivity of tuberous roots, though a reduction of dry matter, starch and flour production was not observed, which were evaluated in kg ha⁻¹. Tuberous roots, starch and flour production increase linearly with the harvest times. Cooking time was influenced by pruning. Pruned plant roots showed higher cooking time when compared to the roots of non pruned plants.

Key words: cooking, roots production, starch production.

Introdução

A mandioca representa uma das mais importantes fontes de carboidratos da dieta de mais de 500 milhões de pessoas nas regiões tropicais e subtropicais (EL-SHARKAWY, 2006; JARAMILLO et al., 2005). Mais de dois terços da produção total da mandioca são destinados à alimentação humana, sendo recente a importância para a alimentação animal e como fonte de amido para indústria de alimentos processados, verificada principalmente no Sul da Ásia Oriental e América do Sul (CEBALLOS, 2002; NWOKORO et al., 2002). Para que tais atividades adquiram o vulto necessário à sustentabilidade de desenvolvimento, é

importante que seja mantida a estabilidade da produção de raízes tuberosas. Segundo Roesler et al. (2008), as indústrias de fécula de mandioca em muitos períodos trabalham abaixo da capacidade instalada de processo pela falta de matéria-prima. Porém, por ser a mandioca caracterizada como produto de subsistência, estudos sobre variedades e práticas de manejo adaptadas às variáveis climáticas das diversas regiões de cultivo ainda são incipientes.

A relação fonte-dreno é um dos principais aspectos a serem explorados para maximizar a produtividade das raízes de mandioca. Estudos relacionados a melhoramento vegetal e engenharia genética têm sido

conduzidos com o objetivo de elevar a produção e melhorar as características nutricionais, industriais e organolépticas das raízes tuberosas desta cultura (OKOGBENIN; PORTO, 2003; TAYLOR et al., 2004; FREGENE et al., 2001; CHÁVEZ et al., 2005; IHEMERE et al., 2006; NASSAR, 2007; SETTER; FREGENE, 2007). Entretanto, pela elevada diversidade de fatores bióticos e abióticos das regiões de cultivo, no Brasil a obtenção de materiais que atinjam volume e regularidade de produção desejados torna-se extremamente onerosa e delongada. Neste contexto, a poda da parte aérea das plantas de mandioca constitui-se em uma estratégia aparentemente eficiente e viável, embora seja necessário o refinamento de estudos sobre a interação desta prática com as características ambientais locais, para a recomendação técnica.

Para o pequeno agricultor, um fator importante a ser ressaltado é o aproveitamento da parte aérea das plantas de mandioca como suplemento de alimentação humana (WOBETO et al., 2006; ADUNI et al., 2005; ADUNI et al., 2008) e animal. Muitos estudos abordam o efeito da poda realizada em curtos períodos pré-colheita, sendo ressaltada a influência em características de conservação e de qualidade culinária e nutricional das raízes (CEBALLOS et al., 2006). Para os poucos trabalhos de pesquisa conduzidos com o objetivo de averiguar o efeito da poda após maiores períodos pré-colheita sobre a produção de raízes, os resultados são controversos. Moura e Costa (2001) verificaram em Rio Branco, Estado do Acre, que o aumento da frequência de podas e o intervalo entre a poda e a colheita resultaram na diminuição do rendimento de raízes. Para a região de Vitória da Conquista há relatos de que a poda da parte aérea resulta em elevação da produção de raízes, após dois ciclos da cultura, apesar de as raízes tornarem-se mais fibrosas. Desse modo, características climáticas do local de plantio, época e altura de poda, ciclo da cultura e variedade utilizada são fatores que devem ser considerados na avaliação da conveniência da prática da poda.

Com o desenvolvimento da cultura da mandioca no Planalto de Conquista, região Sudoeste da Bahia, este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agrônômicas da mandioca.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na Área Experimental do *Campus* da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista, localizada no Sudoeste do Estado da Bahia, a 14°51'

latitude sul, 40°50' longitude oeste, à altitude de 928 m. De acordo com Köppen, o clima do município foi classificado como tropical de altitude (Cwb), com médias de temperatura máxima e mínima de, respectivamente, 25,3 e 16,1°C e precipitação média anual de 733,9 mm, concentrada no período de novembro a março. Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os dados climáticos, obtidos durante o período de condução do experimento, referentes à precipitação pluviométrica (mm), umidade relativa do ar (%), temperatura média máxima (°C) e temperatura média mínima (°C) do ar. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Tb, Distrófico, com textura média, topografia suavemente ondulada e plana e boa drenagem. A caracterização química foi obtida a partir de análises de amostras de solo realizadas no Laboratório de Solos da UESB: pH em H₂O (1:2,5) = 5,90; P (mg dm⁻³) = 5,00; K⁺ (cmol_c dm⁻³) = 0,61; Al³⁺ (cmol_c dm⁻³) = 0,00; Ca²⁺ (cmol_c dm⁻³) = 3,80; Mg²⁺ (cmol_c dm⁻³) = 1,80; H⁺ Al³⁺ (cmol_c dm⁻³) = 2,50; S.B. (cmol_c dm⁻³) = 6,20; m (%) = 0,00; V (%) = 71,00; CTC efetiva (cmol_c dm⁻³) = 6,20; CTC a pH 7,0 (cmol_c dm⁻³) = 8,70; MO (g dm⁻³) = 2,9. De acordo com tais resultados, não foi necessária a realização de calagem e adubação. Em solo arado e gradeado foram abertos os sulcos, com sulcador acoplado a um trator, espaçados de 1 m, sendo o plantio realizado em novembro de 2005. As manivas utilizadas no plantio foram obtidas de plantas sadias da variedade Coqueiro, usada como mandioca de mesa e na alimentação animal, com idade aproximada de 18 meses. O plantio foi realizado logo após a coleta das manivas, distribuídas a cada 0,60 m dentro de cada sulco. As manivas foram obtidas de frações do terço médio da planta, com 20 cm de comprimento e 2 a 3 cm de diâmetro; o corte foi feito com facão, reto nas duas extremidades, perfazendo uma média de oito gemas.

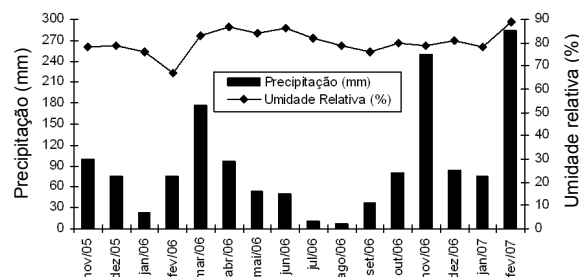


Figura 1. Médias mensais de precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2007. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista, Estado da Bahia (2007).

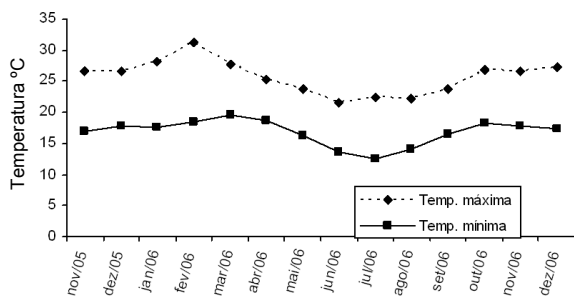


Figura 2. Médias mensais de temperatura máxima e mínima do ar no período de novembro de 2005 a dezembro de 2005. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Vitória da Conquista, Estado da Bahia (2007).

No decorrer do experimento, os tratamentos culturais foram feitos de acordo com a necessidade, mantendo a cultura sempre limpa, com três capinas realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2005 e fevereiro de 2006.

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 12 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram arranjados segundo esquema fatorial 6×2 , com seis épocas de colheita (30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após a poda) e dois sistemas de condução da copa da cultura (com poda, à altura de 0,20 m da rama principal, desde a superfície do solo, e sem poda). Cada parcela, com área total de 24 m², foi formada com quatro linhas de 6 m de comprimento, com espaçamento de 1,0 m entre elas, com dez plantas por linha, sendo 16 plantas consideradas úteis. A colheita foi realizada no período de setembro de 2006 a fevereiro de 2007.

Os dados foram submetidos à análise de variância geral, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey e as variáveis quantitativas foram submetidas à análise de variância da regressão, por meio do programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas) versão 8.0 (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

A produção de parte aérea foi avaliada a partir da pesagem do material vegetal, cortado a 10 cm do solo, logo após a colheita, em cada parcela; a produtividade de raízes tuberosas foi determinada pela pesagem das raízes tuberosas, em cada parcela; a partir da determinação da relação entre o peso de raízes tuberosas e o peso total da planta, foi definido o índice de colheita. A porcentagem de massa seca e a de amido foram determinadas pelo método da balança hidrostática, de acordo com metodologia descrita por Grossmann e Freitas (1950). O rendimento de farinha foi definido por meio da metodologia proposta por Fukuda e Caldas, 1987. A produtividade de amido foi obtida pela relação entre a produtividade de raízes tuberosas e a porcentagem

de amido em raízes tuberosas (Produtividade de amido = produtividade de raízes tuberosas x porcentagem de amido) e a produtividade de farinha foi obtida pela relação entre a produtividade de raízes tuberosas e o rendimento de farinha.

Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância, a época de colheita influenciou as características peso da parte aérea (PPA), produtividade de raízes tuberosas (PRT), índice de colheita (IC), porcentagem de matéria seca em raízes (MS), porcentagem de amido em raízes (AM) e rendimento de farinha (RFA) (Tabela 1). O efeito da poda foi observado para PPA, PRT e IC, ocorrendo interação entre poda e épocas de colheita apenas para IC.

O PPA das plantas não-podadas foi superior ao observado nas plantas podadas (Figura 3) principalmente pela menor deposição de celulose nas ramas das plantas podadas, devido à característica mais herbácea (dados não-ilustrados). Embora tenha sido empregado um tipo de poda drástica, caracterizada pela remoção de toda a copa, o menor peso das ramificações herbáceas e as folhas novas, desenvolvidas a partir da quebra da dominância apical das hastes, não conseguiram superar o vigor de crescimento da parte aérea das plantas não-podadas. Moura e Costa (2001), no Estado do Acre, Rio Branco, em avaliação de cinco cultivares de mandioca submetidas a diferentes alturas e frequências de poda, verificaram que o maior peso de massa seca da parte aérea foi observado para o intervalo de 12 meses entre as podas, quando comparado a seis e 18 meses. Apesar de, inicialmente, a poda restringir o crescimento da parte aérea da planta, a fotossíntese também é limitada, reduzindo o potencial da fonte de fotoassimilados. Lenis et al. (2006) postularam que o aumento da longevidade e retenção das folhas das plantas de mandioca pode elevar a produtividade de raízes desta cultura. De acordo com Wobeto et al. (2006), ocorre acúmulo significativo de nutrientes na parte aérea das plantas, cuja retirada por meio da poda poderia restringir o acúmulo de massa da parte aérea, reduzindo seu peso. Estes dois fatores, incidindo conjuntamente como resultado da poda, estão envolvidos com o efeito de redução da PPA, verificado no presente estudo. Entretanto, a manutenção de um elevado número de folhas senescentes pode caracterizar um dreno intenso, pela intensa respiração que ocorre simultaneamente às baixas taxas de fotossíntese bruta, resultando em índices de fotossíntese líquida negativos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características peso da parte aérea (PPA), produtividade de raízes tuberosas (PRT), índice de colheita (IC), porcentagem de matéria seca em raízes (MS), porcentagem de amido em raízes (AM) e rendimento de farinha (RFA). Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

FV	GL	Quadrados Médios					
		PPA	PRT	IC	MS	AM	RFA
P	1	2.817.274.000,00*	251.782.100,00*	0,0930*	6,20	6,20	12,25
EC	5	722.271.500,00*	301.022.900,00*	0,0104*	7,35*	7,35*	11,78*
P x EC	5	09.121.000,00	9.109.703,00	0,0167*	2,42	2,42	3,92
Blocos	2	33.303.470,00	15.307.610,00	0,0007	2,47	2,47	4,75
Resíduo	22	122.860.900,00	11.880.290,00	0,0041	2,15	2,15	4,20
CV(%)		31,12	12,80	14,14	5,04	5,99	10,04

P: Poda; EC: Épocas de Colheita; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

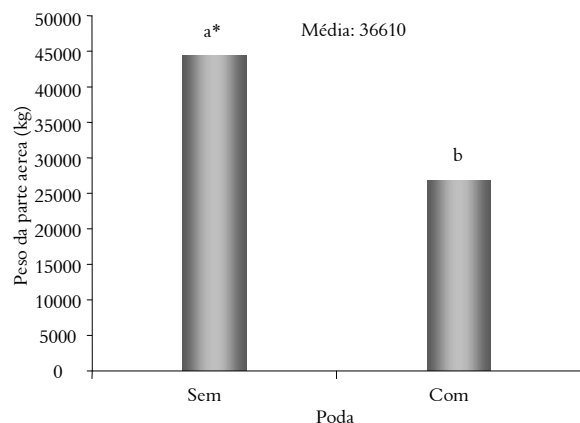


Figura 3. Produtividade da parte aérea de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função da poda realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

O efeito da copa das plantas de mandioca sobre a microbiota do solo é um aspecto a ser considerado. A manutenção da copa, que promove a restrição de incidência de radiação na superfície do solo, poderia reduzir variações extremas de temperatura e umidade para a maioria das populações microbianas do solo, favorecer a atividade biológica e melhorar as relações ecológicas (MERCANTE et al., 2008).

Observou-se efeito linear crescente para PPA em função das épocas de colheita (Figura 4). Os maiores valores do peso de parte aérea ocorreram para a colheita realizada aos 180 dias após início da colheita (480 dias após plantio). Com o maior ciclo de permanência das plantas em campo, foi observado que o peso de parte aérea aumentou aproximadamente 188 kg ha⁻¹ dia⁻¹ durante o período de setembro de 2006 a fevereiro de 2007. Sagrilo et al. (2002) verificaram no Paraná que a manutenção das plantas em campo, em um segundo ciclo, elevou em 50% a produção da parte aérea, em relação às plantas colhidas somente com um ciclo. Entretanto, Moura e Costa (2001), em estudos realizados no Acre, observaram que a produção de matéria verde e a porcentagem de folhas foram inversamente proporcionais à idade das plantas em campo.

De acordo com El-Sharkawy e Tafur (2007), a taxa de fotossíntese líquida (P_n) seguiu um gradiente decrescente do topo em direção à base da copa das plantas de mandioca, indicando o efeito do autossombreamento e da idade da folha.

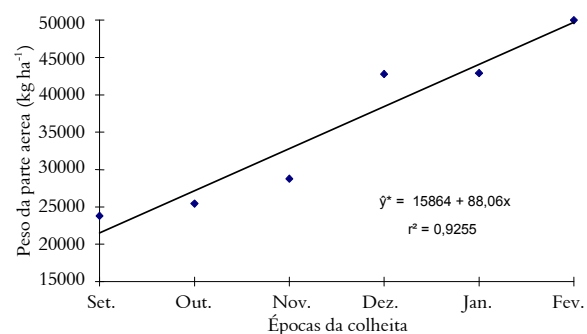


Figura 4. Peso de parte aérea de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função de épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

No presente estudo, embora a excisão das folhas pela poda tenha promovido redução do sombreamento, retirada de folhas senescentes e indução de composição da copa por folhas mais jovens, não contribuiu para a produção de raízes.

Menor produtividade de raízes tuberosas foi verificada em plantas podadas, indicando que o desenvolvimento das raízes tuberosas da mandioca ocorreu simultaneamente à parte aérea (caule, pecíolos e folhas) (Tabela 2). Pela prática de um tipo de poda drástica à altura de 20 cm da superfície do solo, houve elevado consumo de reservas para a quebra de dormência das gemas vegetativas e crescimento das folhas, resultando na redução de massa nas raízes de mandioca. Resultado semelhante foi verificado por Olorunnisomo (2007) em estudo realizado sobre efeito da poda em batata-doce. O citado autor observou que intervalos de seis a oito semanas entre a poda e a utilização da parte aérea de batata-doce como forragem animal elevaram a produção da parte aérea da planta, induzindo a redução da produção de raízes.

Tabela 2. Produtividade de raízes tuberosas (kg ha⁻¹) de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função da poda e épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

Poda	Épocas de colheita (meses)						Médias
	30 (Set.)	60 (Out.)	90 (Nov.)	120 (Dez.)	150 (Jan.)	180 (Fev.)	
Sem	17.847	24.271	30.695	33.958	31.666	38.542	29.496 a
Com	14.722	17.743	23.820	25.903	30.104	32.951	24.207 b
Médias	16.285	21.007	27.257	29.931	30.885	35.746	26.851

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Foi definido o modelo linear crescente para a relação entre épocas de colheita e produtividade de raízes tuberosas, indicando que a permanência das plantas no campo favoreceu a produção de raízes (Figura 5).

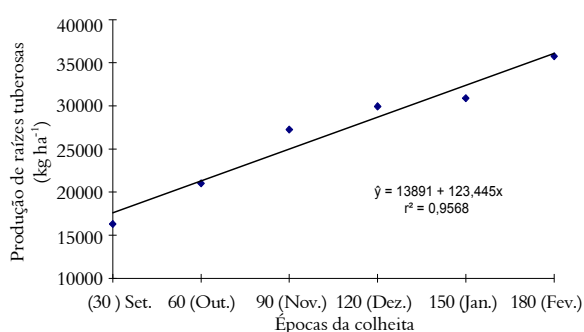


Figura 5. Produtividade de raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função de épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

De acordo com El-Sharkawy (2006), o cultivo de plantas de mandioca em ambientes tropicais de altitude requer ciclo maior para a obtenção de produções economicamente viáveis, pela incidência de temperaturas amenas.

A colheita em fevereiro resultou na produção de 36.111,10 kg ha⁻¹ de raízes tuberosas, elevando em 100,24% o volume produzido em setembro do ano anterior (17.594,32 kg ha⁻¹). No intervalo de colheita de setembro a fevereiro, obteve-se um incremento diário de aproximadamente 123 kg ha⁻¹ de raízes tuberosas. Resultados semelhantes foram obtidos por Sagrilo et al. (2002), em estudo realizado sobre épocas de colheita após o primeiro ciclo com as cultivares Mico, IAC 13 e IAC 14. A segunda fase de repouso fisiológico das plantas resultou em maior produção de raízes tuberosas (92,5%), de massa seca (125,0%) e de amido (144,0%), quando comparadas a plantas colhidas logo após o primeiro ciclo.

Plantas podadas apresentaram índice de colheita (IC: relação entre o peso de raízes e o peso total da planta) superior ao das não-podadas, apenas na colheita realizada aos 30 dias após a poda, pela

ausência do desenvolvimento da parte aérea das plantas podadas. De acordo com Peixoto et al. (2005), o IC é considerado satisfatório quando superior a 50%. No presente estudo, tal índice foi alcançado somente pelas plantas submetidas à poda, sendo verificado valor inferior (40) para as não-podadas. A redução de IC para as não-podadas foi relacionada ao desenvolvimento mais vigoroso da parte aérea destas plantas.

Com o desenvolvimento da parte aérea das plantas nas demais épocas de colheita, o peso total das plantas podadas se elevou anulando as diferenças entre os tratamentos com e sem poda (Tabela 3).

Tabela 3. Índice de colheita em função da poda da parte aérea e épocas de colheita de raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.), realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2006.

Poda	Épocas de colheita (meses)						Médias
	30 (Set.)	60 (Out.)	90 (Nov.)	120 (Dez.)	150 (Jan.)	180 (Fev.)	
Sem	0,35 b	0,43 a	0,45 a	0,40 a	0,40 a	0,38 a	0,40
Com	0,66 a	0,51 a	0,54 a	0,44 a	0,46 a	0,42 a	0,50
Médias	0,50	0,47	0,49	0,42	0,43	0,40	0,45

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Em plantas podadas foi observado efeito linear decrescente para a relação entre épocas de colheita e índice de colheita, não sendo possível ajustar um modelo às plantas não-podadas. A partir dos 30 dias após a poda, verificou-se redução dos índices de colheita para plantas podadas, provavelmente, em função do direcionamento de carboidratos das raízes para a emissão das novas brotações. Esse período correspondeu à fase intermediária do segundo ciclo (outubro de 2006), ocorrendo aumento da massa da parte aérea em detrimento das raízes, conforme discutido anteriormente (Figura 3).

Silva et al. (2002) relataram que maiores índices de colheita estão relacionados com elevadas produções de raízes. Para o presente estudo, embora tenha ocorrido redução de IC dos 30 aos 180 dias após a poda, verificaram-se aumentos dos rendimentos de raízes por unidade de área nas mesmas épocas de colheita (Figura 6), provenientes da retomada do acúmulo de carboidratos nas raízes no segundo ciclo. Desse modo, o peso da parte aérea foi fator mais influente na variação do índice de colheita que a produtividade de raízes tuberosas.

Não foi verificado efeito da poda nos teores de matéria seca e amido nas raízes e rendimento de farinha (Tabela 4). As porcentagens de matéria seca e de amido mantiveram-se entre 28,7 a 29,6% e 24 a 25%, respectivamente, valores considerados satisfatórios por Mendonça et al. (2003). Entretanto, tais valores foram

pouco expressivos quando comparados ao estudo de Borges et al. (2002). Estes pesquisadores analisaram 26 variedades de mandioca e verificaram que a produtividade, os teores de amido e a massa seca das raízes variaram entre épocas de colheita, e informaram que os valores de matéria seca variaram entre 29,54 e 38,20% para matéria seca na raiz e 24,89 e 33,55% para teor de amido em raízes tuberosas. Embora pouco praticado na região Sudoeste da Bahia (tal procedimento é utilizado apenas no município de Tremedal), estes índices são bastante úteis para avaliação do rendimento do processamento industrial, determinando a qualidade da matéria-prima a ser adquirida.

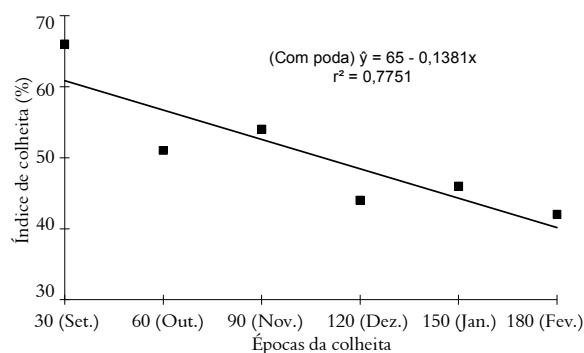


Figura 6. Índice de colheita de plantas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) com poda da parte aérea, em função de épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

Tabela 4. Porcentagem de matéria seca, amido e rendimento de farinha em raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função da poda. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

Características	Médias	
	Sem poda	Com poda
Porcentagem de matéria seca (%).	29,55 a	28,72 a
Porcentagem de amido (%).	24,90 a	24,07 a
Rendimento de farinha (%).	20,99 a	19,88 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

De acordo com Roesler et al. (2008), há grande interesse das indústrias por variedades que apresentem maior teor de matéria seca, pois estão relacionadas a maior teor de fécula, rendimento e redução da quantidade de água residual, durante o processamento.

Para o presente estudo foi observada tendência semelhante entre a matéria seca da raiz e o rendimento de farinha. Esse efeito foi decorrente do aumento da produtividade de raízes tuberosas (Tabela 3) e da porcentagem de matéria seca em raízes (Tabela 4). As variações climáticas da região em que o presente estudo foi realizado, principalmente os índices pluviométricos (Figuras 1

e 2), interagiram com o comportamento fisiológico das plantas, definindo o modelo cúbico para a relação entre épocas de colheita e matéria seca e porcentagem de amido da raiz (Figura 7).

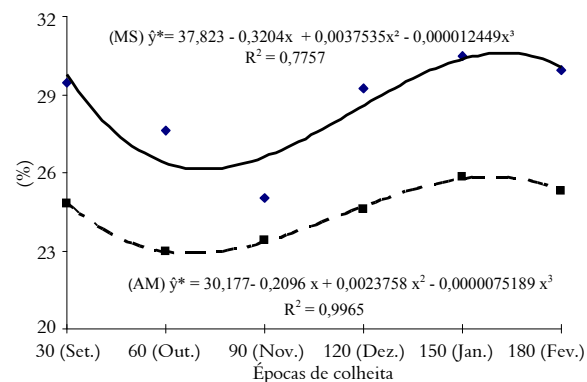


Figura 7. Porcentagem de matéria seca e porcentagem de amido em raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função de colheita realizada em diferentes períodos, a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

O final de agosto de 2006, caracterizado por redução do fotoperíodo e baixa disponibilidade hídrica, foi considerado a época final do repouso fisiológico das plantas de mandioca, resultando na redução nos teores de matéria seca e porcentagem de amido, independentemente da prática da poda. Tal comportamento foi mantido no intervalo até 60 dias após a poda, e observou-se, na ocasião, período de intenso crescimento vegetativo simultâneo à redução das reservas da raiz. Resultados semelhantes foram verificados no Estado do Paraná por Sagrilo et al. (2006), em estudo realizado sobre época de colheita e produção da parte aérea, durante o segundo ciclo, para as cultivares de mandioca Mico, Fibra, IAC 13, IAC 14 e Fécula Branca.

Oirschot et al. (2000) verificaram que intervalos entre poda e colheita entre 25 a 39 dias induziram a redução dos teores de amido e a elevação dos teores de açúcares resultantes da disponibilidade de reservas para o desenvolvimento da parte aérea da planta. As variáveis ambientais relacionadas aos locais de realização dos estudos citados anteriormente foram importantes fatores a serem considerados para tal divergência de comportamento. Para o presente estudo, a ocorrência de abscisão natural das folhas, induzida pelo período de intensa restrição hídrica, foi diferenciada do comportamento fisiológico verificado para o ensaio realizado na Colômbia, local em que a disponibilidade hídrica é maior. Outro aspecto a ser salientado refere-se ao intervalo de tempo pós-poda analisado, que foi maior no presente estudo em relação ao desenvolvido por

Oirschot et al. (2000). Porém, não foi verificada alteração na porcentagem de matéria seca. Para o presente estudo, 60 dias após a poda (segunda colheita), a parte aérea da planta foi parcialmente reestabelecida, contribuindo de modo efetivo para o direcionamento de fotoassimilados nas raízes, o que resultou em acúmulo de material estrutural e de reserva.

De 61 e 63 até 139 e 148 dias após a prática da poda, foram verificados acréscimos aos percentuais de matéria seca e amido, respectivamente. A pequena redução observada a partir deste período até a colheita final, aos 180 dias, foi resultante da elevação da precipitação pluviométrica, sendo verificado o índice de 285 mm aos 180 dias após a poda. Com a maior disponibilidade hídrica, há aumento da umidade do solo que propicia a maior absorção de água pelas raízes, com conseqüente redução nas porcentagens de matéria seca e amido.

Foi definido o modelo cúbico para a relação entre épocas de colheita e rendimento de farinha (Figura 8), de modo semelhante à matéria seca da raiz (Figura 7). O período de colheita de dezembro a fevereiro de 2007 caracterizou-se por aumento do fotoperíodo e da temperatura, condições que estimulam a planta na mobilização de fotoassimilados, resultando em acúmulo de reservas nas raízes e aumento do rendimento médio de farinha. Keating et al. (1985) observaram que o fotoperíodo foi um fator que condicionou o crescimento da parte aérea, resultando em maior área foliar das plantas de mandioca das cultivares M Aus 7 e M Aus 10. Para o Estado do Paraná, Sagrilo et al. (2002), estudando três cultivares de mandioca, verificaram que o índice de área foliar total aumentou dos 14 aos 17 meses de idade (outubro a janeiro), favorecido pela elevada temperatura e pelo aumento da precipitação.

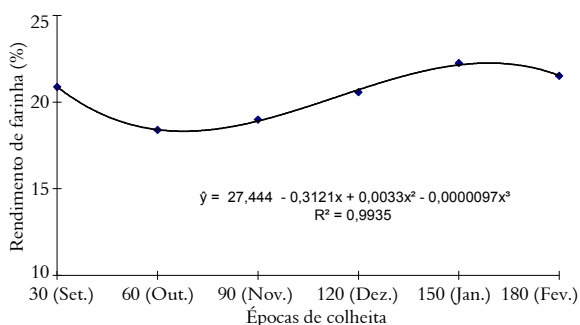


Figura 8. Rendimento de farinha em raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função das épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

As características produtividade de amido em raízes e produtividade de farinha foram influenciadas significativamente tanto pela poda quanto pelas épocas de colheita; o tempo de cozimento foi influenciado somente pela poda (Tabela 5). As produtividades de amido e farinha e o tempo de cocção médio das raízes tuberosas foram superiores para as plantas não-podadas, em relação àquelas que sofreram poda da parte aérea. Esse comportamento foi relacionado à menor produtividade de raízes das plantas podadas, e não ao valor absoluto do teor de amido (Tabela 6). Em sistemas de produção de raízes para a indústria, tais índices têm grande importância para o produtor, pois é possível prever a qualidade do produto e definir os preços para a comercialização. A grande flexibilidade da época de colheita aliada a tais índices também permite ao produtor avaliar a relação custo/benefício entre a duração do ciclo da cultura e a produtividade de amido e farinha. O tempo de cocção foi inferior ao limite crítico de 30 min., proposto por Pereira et al. (1985); as raízes, portanto, foram classificadas como de bom cozimento. Beleia et al. (2004) verificaram que as características de textura das raízes tuberosas de mandioca foram superiores quanto maior a idade das plantas na colheita, considerando ciclos de 8, 17 e 30 meses. Cereda e Vilpoux (2003) verificaram que as raízes tuberosas não devem ser colhidas antes do período de repouso fisiológico, para a obtenção de um bom cozimento das raízes de mandioca.

Tabela 5. Resumo da análise de variância e dos coeficientes de variação das características produção de amido (PAM), produção de farinha (PFA) e tempo de cocção (TCZ) de raízes tuberosas de mandioca (*Manihot esculenta* L.). Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

F. V.	GL	Quadrados médios		
		PAM	PFA	TCZ
P	1	18.410.490,00*	150.664.600,00*	124,69*
EC	5	21.586.170,00*	163.367.300,00*	45,09
P x EC	5	1.023.626,00	1.029.296,00	49,89
Blocos	2	1.114.367,00	610.431,30	5,44
Resíduo	22	982.206,20	930.038,00	25,44
CV(%)		14,9	17,4	29,71

P: Poda; EC: Épocas de Colheita; Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 6. Produtividade de amido (kg ha⁻¹), produtividade de farinha (kg ha⁻¹) e tempo de cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* L.), em plantas podadas ou mantida em crescimento natural. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

Características	Médias	
	Sem poda	Com poda
Produtividade de amido (kg ha ⁻¹)	7.326 a	5.895 b
Produtividade de farinha (kg ha ⁻¹)	6.189 a	4.895 b
Tempo de cocção (minutos)	15 b	19 a

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Observou-se efeito linear crescente sobre produtividade de amido (Figura 9) e produtividade

de farinha (Figura 10), em função das épocas de colheita, mesmo comportamento apresentado para produtividade de raízes tuberosas (Figura 5).

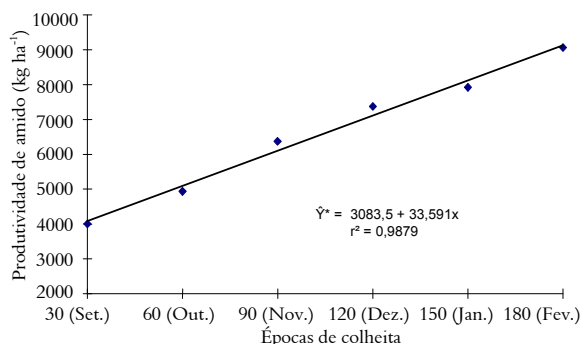


Figura 9. Produtividade de amido de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* L.) em função de épocas de colheita, realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

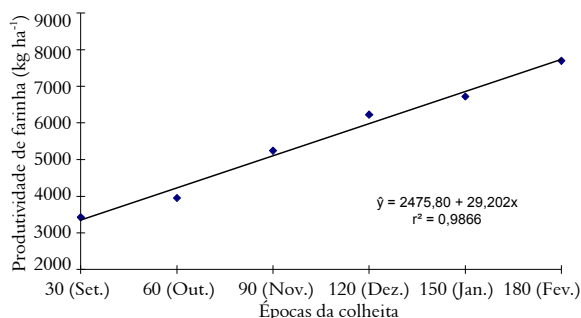


Figura 10. Produtividade de farinha de mandioca (*Manihot esculenta* L.), em função de épocas de colheita realizada a partir de 300 dias após plantio. Vitória da Conquista, Estado da Bahia, 2007.

*Significativo a 5%, pela análise de variância da regressão.

A elevação desses índices foi relacionada ao tempo de permanência das raízes tuberosas em campo, sendo verificado incremento diário de 33 kg ha⁻¹ e 29 kg ha⁻¹, respectivamente, para produtividade de amido e produção de farinha.

Conclusão

Para o peso de parte aérea e a produção de raízes tuberosas, o efeito cumulativo de massa das plantas resultou em relação linear crescente com o aumento do ciclo das plantas. Não foram observadas interações com as variações climáticas durante o período de colheita no período de 180 dias finais do ciclo.

As variações climáticas das épocas de colheita tiveram efeito preponderante para os índices relativos que não são diretamente relacionados com acúmulo total de massa das raízes, como teor de amido, matéria seca e rendimento de farinha.

A poda da parte aérea de plantas de mandioca reduziu o peso de parte aérea, a produção de raízes

tuberosas, a produtividade de amido e a de farinha e aumentou o tempo de cozimento de raízes, reduzindo sua qualidade culinária.

Os índices que agregaram efeitos cumulativos e relativos, como a produtividade de amido e a de farinha, foram caracterizados por elevação linear com o tempo de permanência da cultura em campo.

O índice de colheita foi a única característica que sofreu interação de épocas de colheita e poda, sendo verificados decréscimos sucessivos quanto maior o intervalo de tempo entre a poda e a colheita das raízes tuberosas.

Apesar de reduzir a produtividade das raízes tuberosas, a poda da parte aérea não afetou importantes características para industrialização como a porcentagem de matéria seca, a porcentagem de amido e o rendimento de farinha.

Referências

- ADUNI, U. A.; OLUFUNMIKE, A. A.; MPOKO B.; BUSSIE, M. The Use of cassava leaves as food in África. **Ecology of Food and Nutrition**, v. 44, n. 6, p. 423-435, 2005.
- ADUNI, U. A.; OLUFUNMIKE, A. A.; BUSSIE, M.; MPOKO, B. The effect of processing on the nutrient content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaves. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 32, n. 3, p. 486-502, 2008.
- BELEIA, A.; YAMASHITA, F.; MORAES, S. R.; SILVEIRA, C. A.; MIRANDA, L. A. Textural changes during cooking of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, n. 14, p. 1975-1978, 2004.
- BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.
- CEBALLOS, H. La yuca em Colombiay el mundo: nuevas perspectivas para um cultivo milenario. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Ed.). **La yuca em el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización**. Cali: CIAT, 2002. p. 586. (Publication, n. 327).
- CEBALLOS, H.; SANCHES, T.; CHAVEZ, A. L.; IGLESIAS, C.; DEBOUCK, D.; MAFLA, G.; TOHME, J.; Variation in crude protein content in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) roots. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, p. 589-593, 2006.
- CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Conservação de raízes. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (Ed.). **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas: tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2003. v. 3, p. 13-29.

- CHÁVEZ, A. L.; SANCHEZ, T.; JARAMILLO, G.; BEDOYA, J. M.; ECHEVERRY, E. A.; BOLANOS, E. A.; CEBALLOS, H.; IGLESIAS, C. A. Variation of quality traits in cassava roots evaluated in landraces and improved clones. **Euphytica**, v. 143, n. 1-2, p. 125-133, 2005.
- EL-SHARKAWY, M. A. International research on cassava photosynthesis, productivity, eco physiology, and responses to environmental stresses in the tropics. **Photosynthetica**, v. 44, n. 4, p. 481-512, 2006.
- EL-SHARKAWY, M. A.; TAFUR, S. M. Genotypic and within canopy variation in leaf carbon isotope discrimination and its relation to short-term leaf gas exchange characteristics in cassava grown under rain-fed conditions in the tropics. **Photosynthetica**, v. 45, n. 4, p. 515-526, 2007.
- FREGENE, M.; OKOGBENIN, E.; MBA, C.; ANGEL, F.; SUAREZ, M. C.; JANNETH, G.; CHAVARRIAGA, P.; ROCA, W.; BONIERBALE, M.; TOHME, J. Genome mapping in cassava improvement: Challenges, achievements and opportunities. **Euphytica**, v. 120, n. 1, p. 159-165, 2001.
- FUKUDA, W. M. G.; CALDAS, R. C. Relação entre os conteúdos de amido e farinha em mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 6, n. 2 p. 57-63, 1987.
- GROSSMANN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Revista Agrônômica**, v. 160-162, n. 4, p. 75-80, 1950.
- IHEMERE, U.; ARIAS-GARZON, D.; LAWRENCE, S.; SAYRE, R. Genetic modification of cassava for enhanced starch production. **Plant Biotechnology Journal**, v. 4, n. 4, p. 453-465, 2006.
- JARAMILLO, G.; MORANTE, N.; PEREZ, J. C.; CALLE, F.; CEBALLOS, H.; ARIAS, B.; BELLOTTI, A. C. Diallel analysis in cassava adapted to the mid altitude valleys environment. **Crop Science**, v. 45, n. 3, p. 1058-1063, 2005.
- KEATING, B. A.; WISON, G. L.; EVENSON, J. P. Effect of photoperiod on growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 12, n. 6, p. 621-630, 1985.
- LENIS, J. I.; CALLE, F.; JARAMILLO, G.; PEREZ, J. C.; CEBALLOS, H.; COCK, J. H. Leaf retention and cassava productivity. **Field Crops Research**, v. 95, n. 2-3, p. 126-134, 2006.
- MENDONÇA, H. A.; MOURA, G. M.; CUNHA, E. T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 1-8, 2003.
- MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; FRANCELINO, S. F.; CAVALHEIRO, J. C. T.; OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 479-485, 2008.
- MOURA, G. M.; COSTA, N. L. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 8, p. 1053-1059, 2001.
- NASSAR, N. M. A. Cassava genetic resources and their utilization for breeding of the crop. **Genetic and Molecular Research**, v. 6, n. 4, p. 1151-1168, 2007.
- NWOKORO, S. O.; ORHERUATA, A. M.; ORDIAH, P. I. Replacement of maize with cassava sievates in cockerel starter diets: effect on performance and carcass characteristics. **Tropical Animal Health and Production**, v. 34, n. 2, p. 163-167, 2002.
- OIRSCHOT, Q. E. A.; O'BRIAN, G. M.; DUFOUR, D.; EL-SHARKAWY, M. A.; MESA, E. The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 13, p. 1866-1873, 2000.
- OKOGBENIN, E.; PORTO, C. M. Genotypic variability in adaptation responses of selected clones of cassava to drought stress in the sudan savanna zone of Nigeria. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 189, n. 6, p. 376-389, 2003.
- OLORUNNISOMO, O. A. Yield and quality of sweet potato forage pruned at different intervals for West African dwarf sheep. **Livestock Research for Rural Development**, v. 19, n. 3, p. 32-41, 2007.
- PEIXOTO, J. R.; BERNARDES, S. R.; SANTOS, C. M.; BONNAS, D. S.; FIALHO, J. F.; OLIVEIRA, J. A. Desempenho agrônômico de variedades de mandioca mansa em Uberlândia. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 18, n. 1, p. 19-24, 2005.
- PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandiocas de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 4, n. 1, p. 24-32, 1985.
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001.
- ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, S. D.; MORO, E.; KUMMER, A. C. B.; CEREDA, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.
- SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; MAIA, R. R.; KVITSCHAL, M. V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.
- SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; SCAPIM, C. A.; KVITSCHAL, M. V.; MAIA, R. R.; RIMOLDI, F. Effect of harvest period on foliage production and dry matter distribution in five cassava cultivars during the second

plant cycle. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 49, n. 6, p. 1007-1018, 2006.

SETTER, T. L.; FREGENE, M. A. Recent advances in molecular breeding of cassava for improved drought stress tolerance. In: JENKS, M. A.; HASEGAWA, P. M.; JAIN, S. M. (Ed.). **Advances in molecular breeding toward drought and salt tolerant crop**. The Netherlands: Springer, 2007. p. 701-711.

SILVA, R. M.; FARALDO, M. I. F.; ANDO, A.; VEASEY, E. A. Variabilidade genética de etnovarietades de mandioca. In: CEREDA, M. P. (Ed.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. v. 2, p. 207-242.

WOBETO, C.; DUARTE, C. A.; ABREU, C. M. P.; SANTOS, C. D.; ABREU, J. R. Nutrients in the cassava

(*Manihot esculenta* Crantz) leaf meal at three ages of the plant. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 4, p. 865-869, 2006.

TAYLOR, N.; CHAVARRIAGA, P.; RAEMAKER, K.; SIRITUNGA, D.; ZHANG, P. Development and application of transgenic technologies in cassava. **Plant Molecular Biology**, v. 56, n. 4, p. 671-688, 2004.

Received on February 25, 2008.

Accepted on October 30, 2008.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.