

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE
MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO**

ROSANGELA NASCIMENTO DA SILVA RIBEIRO

**CRUZ DAS ALMAS – BA
AGOSTO – 2013**

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO

ROSANGELA NASCIMENTO DA SILVA RIBEIRO

Engenheira Agrônoma

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009

Dissertação submetida ao Colegiado de Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, Área de Concentração: Agricultura Irrigada e Sustentabilidade dos Sistemas Hidroagrícolas.

Orientador: Dr. Maurício Antônio Coelho Filho

Co-orientador: Carlos Alberto da Silva Ledo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CRUZ DAS ALMAS – BAHIA – 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

R484	<p>Ribeiro, Rosangela Nascimento da Silva. Produção e qualidade de raízes de clones de mandioca de mesa sob irrigação e em sequeiro / Rosangela Nascimento da Silva Ribeiro._ Cruz das Almas, BA, 2013. 79f.; il.</p> <p>Orientador: Maurício Antônio Coelho Filho. Coorientador: Carlos Alberto da Silva Ledo.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Mandioca – Cultivo. 2.Mandioca – Irrigação. 3.Produtividade agrícola – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 633.682</p>
------	---

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas - UFRB.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
ROSANGELA NASCIMENTO DA SILVA RIBEIRO**

Dr. Maurício Antônio Coelho Filho
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF
(Orientador)

Dr. Vital Pedro da Silva Paz
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Dr. Vanderlei da Silva Santos
Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – CNPMF

Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias em.....Conferindo o
Grau de Mestre em Ciências Agrárias em.....

Aos meus pais, Firmino Gomes da Silva e Luiza Vieira do Nascimento da Silva (*In memoriam*), exemplos em minha vida, pelo amor, educação e apoio incondicionais.

Aos meus irmãos, Fernando e Danilo.

Ao meu marido Sinesio, às minhas filhas, Amanda e Isabella.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me guiar e manter-me forte diante das dificuldades da vida.

Ao Dr. Maurício Antônio Coelho Filho, pela orientação e ao meu coorientador Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo, pelos conhecimentos adquiridos, apoio financeiro e contribuição nas análises estatísticas.

À Universidade Federal do Recôncavo - UFRB, ao Núcleo de Engenharia de Água e Solo – NEAS, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA pela oportunidade em realizar este curso e ao CNPq, pelo incentivo a pesquisa e concessão da bolsa.

Aos amigos Jussimar e Francisco pela amizade e colaboração na realização do experimento.

À Dra. Luciana Alves de Oliveira e a toda sua equipe do Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura, pelo apoio técnico e infraestrutura disponibilizada, imprescindível na realização deste trabalho.

Ao Dr. Vanderlei da Silva Santos, (pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura), Zara e toda sua equipe de campo, sempre generosos e dispostos a ajudar na condução do experimento.

Ao Dr. Eugênio pelo apoio e aos amigos do Laboratório de Irrigação e Fertirrigação pela amizade e companheirismo.

Aos amigos Sinésio, Jorge, Tonhão, Mestre, Paulo Aecio, Olcimar e todos os funcionários da Embrapa Mandioca e Fruticultura, muito obrigada pelo carinho, força e encorajamento ao longo desses dois anos.

Aos amigos da turma do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Bruce, Kelly, Fredson, Maria Augusta, Ana Carina, Arthur, Lucyllia, Jamile e Gustavo pelos momentos alegres e de descontração.

Aos meus eternos amigos Cristiane Duarte, Ana Paula Costa e Rafael Fiúza que, mesmo distantes, sempre me deram força.

À minha grande e amada família.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	
ABSTRACT	
INTRODUÇÃO.....	01
Capítulo 1	
PRODUÇÃO DE DIFERENTES CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO.....	15
Capítulo 2	
QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO.....	44

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO

Autor: Rosangela Nascimento da Silva Ribeiro

Orientador: Dr. Mauricio Antônio Coelho Filho

Co-orientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de diferentes épocas de colheita e de duas condições de manejo na produção e qualidade de raízes tuberosas de clones de mandioca de mesa. Os experimentos foram conduzidos na mesma área nos anos de 2010/2011 e 2011/2012. Os tratamentos avaliados foram: vinte cultivares no primeiro experimento e dez no segundo, submetidos às condições com irrigação e em sequeiro em duas e três épocas de colheita, respectivamente. Os cultivares de mandioca de mesa estudados apresentaram diferenças significativas para produtividade de raízes totais (PTR), produtividade de raízes comerciais (PRC), produtividade de parte aérea (PPA), teor de amido (TAM) e tempo de cozimento (TC). De maneira geral todos os cultivares apresentaram bom desempenho para as características estudadas, sendo que o cultivar Neilton apresentou as maiores produtividades com $55,5 \text{ t.ha}^{-1}$ de raízes e destas aproximadamente 80% de raízes comerciais. Independente da época de colheita e do manejo, todos os genótipos apresentaram cozimento inferior a 30 minutos. A produtividade de raízes (PTR e PRC), PPA, IC e TAM foi crescente em função da época. A irrigação influenciou PRC e TAM apenas. No segundo ano, os valores médios dos teores de cianeto variaram de 2,5 a 6,3 mg de HCN. kg^{-1} de raiz fresca aos seis meses de idade. Houve diferenças significativas entre variedades para matéria seca ($p < 0,01$) e TC ($p < 0,01$). Foi detectada também existência de interação significativa entre os cultivares e o manejo para TC ($p < 0,01$) e cultivares e as épocas para a variável TAM. A fonte de variação época foi não significativa apenas para matéria seca. Para a interação entre épocas e manejos só houve significância ($p < 0,01$) para matéria seca.

Palavras-chave: produtividade, época de colheita, déficit hídrico.

PRODUCTION AND QUALITY OF ROOTS OF CLONES OF YUCCA MESA UNDER IRRIGATION AND UPLAND

Author: Rosangela Nascimento da Silva Ribeiro

Adviser: Dr. Mauricio Antônio Coelho Filho

Co-supervisor: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

ABSTRACT: The present work aimed to assess the yield and quality of tuberous roots of sweet cassava clones submitted to two soil water regimes. Two experiments were conducted at the same experimental area in the years 2010/2011 and 2011/2012. The treatments evaluated were: twenty cultivars in the first experiment and ten in the second, subjected to the conditions with irrigation and in rain-fed in two and three times of harvesting, respectively. The sweet cassava cultivars showed significant differences for total root productivity (PTR), productivity of commercial roots (PRC), above ground productivity (PPA), starch content (TAM) and cooking time (TC). In general all cultivars showed good performance for the characteristics studied. Regardless of the harvest season and the management, all genotypes showed less than 30 minutes cooking. The productivity of roots (PTR and PRC), PPA, IC and TAM was increased according to the time. The PRC and TAM were influenced only by irrigation. In the second year, the average values of the cyanide levels ranged from 2.5 to 6.3 mg of HCN. kg⁻¹ of fresh root at six months of age. There were significant differences between varieties for MSD features ($p < 0.01$) and TC ($p < 0.01$). It was also detected significant interaction between cultivars and management for TC ($p < 0.01$) and cultivars and the times for the MSI and TAM. The source of variation time was not significant only for MSD. The interaction between seasons and managements was significant only to MSD ($p < 0.01$).

Key words: productivity, time of harvest, water deficit.

INTRODUÇÃO

CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é uma cultura com grande importância estratégica para a segurança alimentar e redução da pobreza, principalmente nos países em desenvolvimento. Segundo os dados da Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, em 2011, a produção mundial de mandioca foi de aproximadamente 252,2 milhões de toneladas de raízes e a área cultivada de 19,6 milhões de hectares (FAO, 2013).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, com 25,40 milhões de toneladas de raízes em 2011 (FAO, 2013); um crescimento de 3,7% em relação ao ano anterior, ficando atrás da Nigéria com aproximadamente 52,4 milhões toneladas. O rendimento médio de raízes tuberosas no Brasil é de 14,6 t.ha⁻¹ e supera a média mundial de 12,84 t.ha⁻¹ (FAO, 2013), mas ainda muito inferior ao potencial produtivo da cultura.

A mandioca é uma euforbiácea com centro de origem na América, mais provavelmente no Brasil, e largamente cultivada em todo o território nacional devido à fácil adaptação a diversas condições de solo e clima. Está entre os nove primeiros produtos agrícolas do país, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (EMBRAPA, 2011).

Apesar de ser cultivada em todo o país, a produção de mandioca concentra-se em três Estados, que juntos respondem por 45,4% (11,7 milhões de toneladas) do total nacional. Segundo dados do IBGE, em 2012 o Pará liderou o ranking com 4,6 milhões de toneladas, ou 18,9% do total, seguido pelo Paraná (4,1 milhões toneladas, ou 16,6%) e Bahia (2,6 milhões de toneladas, ou 11,2%) (IBGE, 2012).

No Nordeste, região que responde por 28,3% da produção nacional (IBGE, 2012), o ecossistema dos Tabuleiros Costeiros é responsável por cerca de 33% do volume produzido (EMBRAPA, 2003). Por um lado, a região apresenta grande potencialidade para uso agrícola devido à topografia plana suavemente ondulada e o mercado consumidor representado pelos grandes centros urbanos. Porém, apresenta algumas limitações de fertilidade de solo e acidez que, aliado a realização inadequada ou ausência de práticas culturais contribuem para a baixa produtividade da cultura (LOPES et al., 2010).

No mundo, a mandioca é a quarta mais importante planta dedicada à produção de alimentos e a terceira fonte de calorias na região tropical, depois do arroz e do milho (FAO, 2008). Suas raízes e seus subprodutos são consumidos por mais de 700 milhões de pessoas (ALVES et al, 2008) e na região Nordeste chega a representar mais de 70% das calorias consumidas pela população (CIÊNCIA HOJE, 2006).

O clima mais adequado para a produção de mandioca é o quente e úmido, por ser uma espécie tipicamente tropical, podendo ser encontrada entre os paralelos 30°N e 30°S e desde o nível do mar até 2300 m de altitude (ALVES, 2006). A temperatura ideal para seu desenvolvimento está na faixa de 18°C a 35°C. Temperaturas inferiores a 15°C prejudicam o desenvolvimento da planta (TERNES, 2002), sendo a temperatura ótima em torno de 25°C.

A planta apresenta ciclos vegetativos intercalados por período de repouso fisiológico (AGUIAR et al., 2011), caracterizado por baixa atividade metabólica e queda natural das folhas. Segundo El-Sharkawy (2006), o período de repouso fisiológico ocorre sob condições de temperatura baixa (menores que 15°C) e ou déficit hídrico.

As raízes necessitam de solos profundos, friáveis e de boa drenagem para facilitar seu crescimento e a colheita. Solos muito argilosos e sujeitos a encharcamento não são recomendados. Segundo Souza e Fialho (2003), tensões de água no solo de 60 a 600 kPa, medida a 15 cm de profundidade, são adequadas ao desenvolvimento da cultura.

GLICOSÍDEOS CIANOGENICOS

Os glicosídeos cianogênicos constituem um grupo de metabólitos secundários nitrogenados de considerável interesse, devido ao efeito tóxico para humanos e animais. São amplamente distribuídos em mais de duas mil espécies de plantas e freqüentemente encontrados em leguminosas, gramíneas, espécies da família *Rosaceae* e *Euforbiácea* (TAIZ e ZEIGER, 2006). No entanto, a maioria delas não causa danos devido ao baixo teor de glicosídeos e à baixa palatabilidade. Numerosos glicosídeos têm sido isolados e incluem linamarina da linhaça e do linho, lotaustralina do trevo branco, durrina do sorgo, lotusina do *Lotus arabicus*, amigdalina das amêndoas amargas e linamarina e lotaustralina da *Manihot* sp. (RADOSTITS et al., 2000).

Dentre as espécies de plantas cianogênicas, ou seja, que possuem como princípio ativo o ácido cianídrico, a mandioca destaca-se no Brasil, por ser uma das poucas plantas cujo conteúdo de cianeto pode causar problemas de toxicidade.

A linamarina e a lotaustralina ocorrem simultaneamente em espécies do gênero *Manihot* na proporção de 95% e 5% respectivamente (MONTAGNAC et al., 2009), e são sintetizados nas folhas e armazenados nas raízes (BAINBRIDGE et al., 1998). Como carboidratos, esses glicosídeos não apresentam nenhum risco, pois apresentam o cianeto na forma ligada (cianeto potencial) (CEREDA, 2004), mas quando a linamarina é hidrolisada, libera ácido cianídrico, considerado como uma das substâncias mais tóxicas que se conhecem (ZACARIAS, 2009).

A hidrólise dos glicosídeos cianogênicos (liberados dos vacúolos) pela enzima linamarase (β -glicosidase) encontrada na parede vegetal, ocorre sempre que há rompimento da estrutura celular, formando glicose e aglicona (cianidrina correspondente). Este último composto poderá se decompor espontaneamente (em pH >4 e temperatura > 30° C) ou por meio da enzima denominada α -hidroxinitrila-liase, formando o íon cianeto e um composto aldeído ou cetônico.

A concentração para que haja intoxicação por uma substância tóxica é denominada dose letal (DL). A Organização Mundial de Saúde estabeleceu o limite de 10 mg HCN inalado por kg de peso vivo, mas para os glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca esse limite é muito discutível. Segundo Tokarnia et al. (2000), a dose tóxica de HCN é de 2 a 4 mg de HCN por kg/pv por

hora, porém, as intoxicações só ocorrem quando doses tóxicas são ingeridas em curto período de tempo.

O cianeto livre age inibindo a atividade de complexos enzimáticos nas mitocôndrias, interrompendo o mecanismo oxidativo e a fosforilação. A alta afinidade do HCN pela forma heme-férrico da citocromo-oxidase forma nas mitocôndrias ciano-citocromo-oxidase, deixando o ferro na forma trivalente, interrompendo assim o transporte de elétrons e paralisando a cadeia respiratória. Além de reduzir a produção de ATP, a não utilização do O₂ causa anoxia celular pela paralisia dos sistemas enzimáticos tissulares (HODGSON, 2004).

Sabe-se que, abaixo da dose letal, existe um mecanismo de destoxificação que transforma o cianeto em tiocianato na presença da enzima rodanase e cisteína, um aminoácido doador de enxofre. O tiocianato formado não é mais tóxico e é eliminado pela urina (CEREDA, 2002; LIMA JÚNIOR et al., 2010). Dentre outros problemas de saúde relacionados à ingestão de compostos cianogênicos estão hipertiroidismo, resultante do metabolismo do tiocianato no metabolismo do iodo; neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica, e konzo, uma paralisia rápida e permanente (ROSLING, 1994; MANZANO et al., 2006).

IMPORTÂNCIA DA ÁGUA PARA A CULTURA

A mandioca é uma planta capaz de sustentar produtividade considerável, mesmo sob períodos prolongados de baixo potencial hídrico no solo, quando comparada com outras culturas. Para tanto, a planta apresenta mecanismos eficientes que reduzem as perdas de água sob condições de déficit hídrico e altas demandas evaporativas da atmosfera (EL-SHARKAWY, 2007). No entanto, o suprimento adequado de água para a mandioca é essencial e crítico nas fases de enraizamento e tuberização. O processo de diferenciação das raízes tuberosas ocorre de dois a três meses de idade quando o excedente de carboidratos produzidos na parte aérea é translocado para as raízes de reserva.

Diversos estudos (CONNOR e PALTA, 1981; OLIVEIRA et al., 1982; PORTO et al., 1989) comprovam que o período mais crítico para o efeito do déficit hídrico no rendimento de raízes de mandioca ocorre do primeiro ao quinto mês após o plantio. O número de raízes é definido nessa fase e segundo Oliveira et al.

(1982), a ocorrência de estresse hídrico nesse período pode acarretar uma redução de até 62% na produção de raízes. A partir do sexto mês, a restrição de água não provoca reduções significativas no rendimento.

Lopes (2006) afirma que em regiões onde é comum a ocorrência de veranicos nos primeiros meses após o plantio, a prática da irrigação na cultura da mandioca pode ser uma opção para aumentar a produtividade e reduzir o ciclo.

O excesso de umidade no solo até 10 dias que antecedem a colheita pode trazer problemas para o cozimento das raízes (OLIVEIRA e MORAES, 2009), característica de elevada importância no consumo de raízes frescas, como também para as minimamente processadas. Isso sugere que a melhor época de colheita para a mandioca de mesa, considerando as condições ambientais, seria aquela em que o solo encontra-se mais seco.

De acordo com Caraballo e Velázquez (2000) a irrigação proporciona incremento de 60% no rendimento da mandioca, e permite ainda aumentar a oferta do produto no mercado durante o ano todo, pelo escalonamento do plantio que alonga o período de colheita. Nas regiões com disponibilidade de energia e recursos hídricos, a irrigação na mandiocultura pode se tornar uma prática técnica e economicamente viável, principalmente nos períodos de escassez de chuvas.

IDADE DE COLHEITA

Uma das maiores dificuldades no cultivo da mandioca é identificar a época ideal de colheita, para obtenção da máxima produção e rendimento de raízes, principalmente em se tratando de variedades mansas destinadas ao consumo *in natura*. Para Aguiar (2003), a melhor época de colheita é durante o repouso fisiológico. Nessa fase, normalmente se obtêm maiores rendimentos devido ao maior acúmulo de fotoassimilados nas raízes.

Quando a finalidade é a indústria, a mandioca pode ser colhida com até dois ciclos para obtenção de colheitas com maiores rendimentos (LORENZI e DIAS, 1993). Já a mandioca de mesa ou aipim colhe-se normalmente com 8 a 12 meses após o plantio, quando as raízes apresentam desenvolvimento e produtividade satisfatórios, sem o comprometimento da qualidade para uso culinário.

A determinação da melhor época de colheita de variedades de mandioca tem sido objeto constante de inúmeros estudos (FIALHO et al., 2007; ALVES et al., 2008; OLIVEIRA e MORAES, 2009; LOPES et al., 2010; RODRIGUES et al., 2011). Alves et al. (2008), avaliando dois clones de mandioca em duas épocas de colheita, verificaram um incremento de 55% na produtividade de raiz quando a colheita foi realizada aos treze meses em relação a colheita feita aos sete meses após o plantio. A colheita aos treze meses também favoreceu maior acúmulo de amido nos dois clones, em média 31,6%.

Segundo Lopes et al. (2010), a época de colheita promoveu um efeito linear na produtividade de raízes de mandioca, com aumento de 100,94% aos 18 meses em relação à colheita realizada aos oito meses de idade. Resultado semelhante foi observado também por Rodrigues et al. (2011), ao estudarem o comportamento de clones de mandioca no Nordeste Baiano. Esses autores observaram um acréscimo de 7 t.ha⁻¹ na produção de raízes tuberosas em um intervalo de três meses entre colheitas, ou seja, um incremento de mais de 2 toneladas por mês. Porém, em se tratando de mandioca mansa, mais que o rendimento, é necessário que as raízes apresentem qualidade, mesmo em detrimento do rendimento.

A precocidade do clone é outro fator determinante na escolha da época mais adequada à colheita da mandioca de mesa, que segundo Lorenzi (2003) consiste na obtenção de colheitas precoces com bons rendimentos quando comparados a outros clones que só permitem colheitas econômicas mais tardiamente.

A idade de colheita pode influenciar no tempo de cozimento e qualidade da polpa cozida. Parker e Waldron (1995) relatam que os tecidos que possuem parede celular secundária ou sofrem lignificação da parede não se tornam macios pela maturação ou pela cocção. No entanto, alguns tecidos parenquimáticos, cuja característica é a de possuírem parede pouco espessa e não lignificada, além de alto teor de amido, conservam a textura firme ou amaciam lentamente durante a cocção. Assim, é importante que as raízes de mandioca de mesa sejam colhidas o mais cedo possível, para garantir o cozimento rápido.

MATÉRIA SECA E AMIDO

Os órgãos mais importantes da mandioca são as raízes tuberosas, que acumulam amido no tecido parenquimatoso como principal componente da massa seca. O teor de matéria seca nas raízes de mandioca pode variar de 30 a 40%, e é tido como alto quando comparado com outras fontes de carboidratos de mesma natureza. Os teores de matéria seca e o amido estão relacionados à idade da cultura e às condições climáticas, principalmente, ao índice pluviométrico, além de serem características varietais importantes (TORO e CAÑAS, 1982).

A matéria seca corresponde em média a 31,8% da composição química da raiz, e destes, aproximadamente 85% são de amido (AGUIAR et al., 2011). O amido é produzido nas folhas e armazenado nas raízes durante a fase vegetativa. Segundo Ramanujam (1985), citado por Alves (2006), o crescimento vegetativo mais ativo ocorre por volta dos 90 aos 180 dias após o plantio. Nesse período, a partição de fotoassimilados das folhas para as raízes é acelerada, aumentando a tuberização das raízes de reserva. Assim, as maiores taxas de translocação de matéria seca nas raízes ocorrem nesse período.

Em condições de baixa temperatura ou déficit hídrico, a mandioca entra em um estado de dormência, com perda natural das folhas e redução na taxa de crescimento dos ramos. Apenas a translocação de amido é mantida, atingindo a máxima partição de matéria seca nesse período (ALVES, 2006). Períodos em que a temperatura atinge valores próximos a 15° C, ocorrem maiores acúmulo de massa seca nas raízes (LOPES et al., 2010).

A produção do amido é diretamente dependente da disponibilidade hídrica (SOUZA et al., 2010), e varia de acordo com a cultivar, condições edafoclimáticas e época de colheita (ALVES et al., 2008).

Em vinte e seis variedades estudadas por esses autores, os teores de amido oscilaram entre 24,89 e 33,55%. Segundo Conceição (1987), o ideal é que as cultivares apresentem teores de amido superior a 30% e que as variedades responsáveis pelas maiores produções de raízes tuberosas sejam também aquelas com os maiores teores de matéria seca, maximizando, assim, o rendimento do produto final por unidade de área cultivada (VIDIGAL FILHO et al., 2000).

TEMPO DE COZIMENTO E QUALIDADE CULINÁRIA DE RAÍZES

Embora não tenha época de colheita definida, a mandioca apresenta, ao longo do ano, sazonalidade em relação principalmente à qualidade das raízes tuberosas, com visíveis reduções nos teores de amido e matéria seca durante as épocas de crescimento vegetativo mais intenso da planta, provocando queda de rendimento industrial e também redução da qualidade culinária das raízes, no caso de variedades de mesa (LOPES, 2006).

Para Fialho et al. (2007), as variedades de mandioca para mesa devem apresentar alta produtividade e certas características qualitativas como tempo de cocção e qualidade da massa cozida. Com relação a essas características, estudos mostram que elas podem variar dentro e entre raízes de uma mesma planta (BORGES et al., 1992; FIALHO, 1994), tipo de solo, variedade e idade da planta (WHEATLEY e GÓMEZ, 1985; FUKUDA e BORGES, 1990), além das condições ambientais, estado fisiológico da planta (LORENZI, 1994) e das práticas culturais.

As variáveis relacionadas ao cozimento são a textura, consistência e presença de fibras, e de acordo com Lorenzi (1994), elas estão associadas diretamente com a duração do tempo de cozimento. Segundo o autor, quanto menor o tempo de cozimento, melhor as qualidades organolépticas da massa produzida. A textura da massa após a cocção é a principal característica de qualidade a ser considerada.

A água é a principal responsável pela gelatinização do amido sendo, durante o cozimento, absorvida pelo amido e outros carboidratos, como fibras solúveis e insolúveis das paredes celulares e lamela média, causando aumento do volume celular e a separação de células (BUTARELLO et al., 2004).

A completa perda de cristalinidade se dá na presença de água abundante e aquecimento contínuo. O rompimento das ligações intermoleculares no interior dos grânulos de amido, sob temperaturas altas, permite a formação de pontes de hidrogênio com a água e o rompimento dos segmentos de cadeias de amido diminui as regiões cristalinas. Zonas de maior resistência à penetração da água e à hidrólise são indicativos de regiões com maior número de ligações entre as moléculas. Oliveira e Moraes (2009) afirmam que elevados níveis de pluviosidade nos 10 dias que antecedem a colheita das raízes interferem diretamente no tempo

de cozimento e na absorção de água pelos toletes, e que um somatório de 100 mm nesse período leva a uma menor eficiência no cozimento das raízes de mandioca.

O fornecimento de água às plantas em períodos críticos, através da irrigação, poderá favorecer o desenvolvimento de raízes comerciais com baixo teor de cianeto em um período menor de tempo e com melhorias nas características culinárias das raízes, sem prejuízos aos teores de matéria seca ou amido.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes épocas de colheita comparando condições irrigadas e de sequeiro na produção e na qualidade de raízes tuberosas de cultivares de mandioca de mesa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. B. *et al.* Épocas de poda e produtividade da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1463-1470, nov. 2011.

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita.** 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Tecnologia de Produção Agrícola). Instituto Agrônômico (IAC), Campinas.

ALVES, A. A. C.; Fisiologia da Mandioca. In: SOUZA, L. S.; FARIAS, A. R.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cap. 7, p. 138-169, 2006.

ALVES, J. M. A. *et al.* Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita. Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR. **Revista Agroambiente**, v.2, n.2, p.15-24, jul/dez 2008.

BAINBRIDGE, Z. A. et al. A study of the role of tissue disruption in the removal of cyanogens during cassava root processing. **Food Chemistry**, The Netherlands, v. 62, n 3, p. 291-297, 1998.

BORGES, M. de F.; CARVALHO, V. D. de; FUKUDA, W. M. G. Efeito de tratamento térmico na conservação pós-colheita de raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.11, n.1, p.7-18, 1992.

BUTARELO, S. S. et al. Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 24(3): 311-315, jul.-set. 2004.

CARABALLO, L.; VELÁZQUEZ, E. Respuesta de três cultivares de yuca a diferentes condiciones hídricas y fechas de cosecha. **Agronomía Tropical**, v. 50, n. 2, p. 267-284, 2000.

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M.P. **Manejo uso e tratamentos da industrialização da mandioca**. Campinas: Fundação Cargill, 2002. v. 3, Cap.3, p.47-80 (Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas, v.3) 1 CD-ROM

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.(Coord.) **Tecnologia, uso e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2004. (Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, 3).

CONNOR, D. J.; PALTA, J. Response of cassava water shortage. III. Stomatal control of plant water status. **Field Crops Research**, St. Paul, v.4, p.297-311, 1981.

EI-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.

EI-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: Implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments **Brazilian Journal of Plant Physiology**. vol. 19, n.4, p. 257-286, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção de mandioca**. 2003. Disponível em <sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabco steiros/index.htm>. Acesso em: 6 Jan. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção de mandioca**. 2011. Disponível em <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/#mandioca>>. Acesso em: 6 Jan. 2013.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cassava: why cassava?** Rome: FAO, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds/>>. Acesso em: 23 Jul. 2011.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT 2013**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567# ancor>>. Acesso em: 14 Fev. 2013.

FIALHO, J. F. *et al.* **Influência da época de colheita na produtividade e no tempo de cocção de raízes de variedades de mandioca de mesa no município de GAMA-DF**. In: XII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2007, Paranaíba. XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Botucatu: UNESP, 2007. V.3.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. de F. Influência da idade de colheita sobre a qualidade de raízes em diferentes cultivares de mandioca de mesa. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, BA ,v.10, n.1/2, p.87-95, jun. 1990.

HODGSON, E. **A textbook of modern toxicology**. 3 ed. Stamford, Connecticut: Appleton e Lange, 496p., 2004.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201211.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2013.

LIMA JÚNIOR, D. M. *et al.* **Fatores anti-nutricionais para ruminantes**. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

LOPES, A. C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

LOPES, A. C. *et al.* Complementação da irrigação e épocas de colheita de mandioca cv. coqueiro no Planalto de Conquista - BA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 579-587, maio/jun., 2010.

LORENZI, J.O.; DIAS, C.A.C. **Cultura da Mandioca**. Campinas: Coordenadoria de assistência técnica integral, (Boletim técnico, 211). 41p. 1993.

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 237-245, 1994.

LORENZI, JOSÉ OSMAR. **Mandioca**. 1ª Ed. Campinas, CATI, 2003 116p. (Boletim Técnico, 245)

Mandioca: opção contra a fome. **CIÊNCIA HOJE**. v. 39, n. 231, out de 2006.

MANZANO, H.; SOUSA, A. B.; GÓRNIK, S. L. *Exposição cianídrica em suínos: Uma abordagem dos parâmetros toxicocinéticos utilizando o tiocianato como biomarcador*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. São Paulo, 43(supl):93-101, 2006.

MONTAGNAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple food.

Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Oxford, v. 8, n. 1, p. 17-27, 2009.

OLIVEIRA, M. A. de; MORAES, P. S. B. de. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 837-843, maio/jun., 2009.

OLIVEIRA, S. L. de; 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, n.1, p.121-124, jan. 1982.

PARKER, M. L.; WALDRON, K. W. Texture of chinese water chestnut: involvement of cell wall phenolics. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 68, n. 1, p. 337-346, Jan. 1995.

PORTO, M. C. M. *et al.* Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, p.557-565, 1989.

RADOSTITS, O. M. *et al.* **Clínica Veterinária**: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e eqüídeos, 9º edição. p. 1631-1636, 2000.

RAMANUJAM, T. Leaf density profile and efficiency in partitioning dry matter among high and low yielding cultivars of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Field Crops Research**, St. Paul, v. 10, p. 291-303, 1985.

RODRIGUES, C. S. *et al.* Comportamento de cultivares de mandioca no nordeste baiano. In: XIV Congresso Brasileiro de Mandioca, 2011, Maceió. Mandioca: fonte de alimento e energia, 2011.

ROSLING, H. Measuring effects in humans of dietary cyanide exposure from cassava. **Acta Horticulturae**, v.375, p.271-84, 1994.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F. **A Cultura da Mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistemas de Produção, 8 ISSN 1678-8796 Versão eletrônica Jan/2003.

SOUZA, M. J. L. de *et al.* Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita e cloreto de mepiquat. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.

TERNES, M. Fisiologia da mandioca. In: **Cereda, MP (Coord.). Agricultura: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, v. 2, p.66-82, 2002.

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil**. Rio de Janeiro: Helianthus, 2000, p. 215-221.

TORO, J. C.; CAÑAS, A. **Determinacion Del contenido de materia seca y almidon en yuca por el sistema de gravedad especifica**. In: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Investigacion, producion y utilizacion. Cali, 1982, p.28-49.

WHEATLEY, C. C. e GÓMEZ, G. G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. **Qualitas Plantarum Plants Foods for Human Nutrition**, S' Graenhage, 35: 121-129, 1985.

ZACARIAS, C. H. *Exposição ocupacional a cianetos: Uma breve revisão*. **Rev. Intertox de toxicologia, risco ambiental e sociedade**, v. 2, n.3, p. 42-50, jul./out. 2009.

CAPÍTULO I

PRODUÇÃO DE DIFERENTES CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

PRODUÇÃO DE DIFERENTES CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a resposta produtiva de cultivares de mandioca de mesa cultivada em condições irrigada e de sequeiro e relacionada a diferentes épocas de colheita. Os tratamentos avaliados foram 19 cultivares de mandioca de mesa e um de mandioca brava, submetidos às condições com irrigação e de sequeiro em duas épocas de colheita. Não houve efeito do manejo para a produtividade total de raízes e massa de parte aérea devido à maior disponibilidade de água no solo durante os trinta dias que antecederam a primeira colheita, no entanto houve acréscimo para a colheita aos 10 meses após o plantio para as características PTR, PRC e PPA. A PTR aumentou em média $9,7 \text{ t.ha}^{-1}$, proporcionando acréscimo na ordem de 40% entre os 8 e 10 meses ($23,8 \text{ t.ha}^{-1}$ e $33,5 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente). A percentagem de raízes comerciais foi maior para plantas sem restrição hídrica (76%) e aos 10 meses após o plantio (22 t.ha^{-1}). Os cultivares avaliados apresentaram diferenças significativas quanto às produtividades. O menor valor de IC foi verificado aos oito meses na condição de sequeiro que diferiu estatisticamente da condição irrigada. Houve efeito crescente sobre teor de amido em função das épocas de colheita ($p < 0,01$), com um incremento de 6% em relação aos oito meses e irrigação em virtude do maior desenvolvimento da parte aérea, que proporcionou um maior acúmulo e translocação de assimilados para as raízes tuberosas. Os cultivares Casca Roxa, Rosinha e Amansa Burro apresentaram teores de amido acima de 30% sem, contudo diferir dos cultivares Perma, Paraguai, Neilton, Dona Rosa, Amarelo, Saracura, Umbaúba, BRS Gema de Ovo, Imbé e Cacau Amarelo. Todos os cultivares avaliados apresentaram cozimento inferior a 30 minutos, tido como ideal para cultivares de mandioca de mesa. As médias de tempo de cozimento variaram de 15,27 (Paraguai) a 28,90 minutos (Umbaúba), sendo este o maior tempo médio observado.

Palavras chave: precocidade, condição de cultivo, cozimento.

PRODUCTION OF DIFFERENT CLONES OF CASSAVA UNDER IRRIGATION AND RAIN-FED CONDITIONS

ABSTRACT: The aim of this work was to study the yield response of cassava cultivars grown in irrigated conditions and non-irrigated land in different harvest times. The evaluated treatments were 19 cultivars of cassava and cassava brava, subjected to conditions with rain-fed irrigation and in two seasons of harvest. There was no effect of total productivity management of roots and aerial parts due to the increased availability of water in the soil during the thirty days preceding the first harvest; however there was the increasing to 10 months to harvest after planting to the PTR, PRC and PPA. The PTR increased on average 9.7 t. ha⁻¹, providing increase in the order of 40% between 8 and 10 months (23.8 t. ha⁻¹ and 33.5 t. ha⁻¹, respectively). The percentage of commercial roots was higher for plants without water restriction (76%) and 10 months after planting (22 t.ha⁻¹). The cultivars evaluated presented significant differences with regard to productivity. The smallest value of IC was checked for eight months in non-irrigated condition that differs from statistically irrigated condition. There was increasing effect on starch content in the light of times of harvest ($p < 0.01$), with an increase of 6% for eight months and irrigation under the further development of the shoot, which provided a greater accumulation and translocation of assimilated to the tuberous roots. Peel Purple cultivars, Rosinha e Amansa Burro starch levels were above 30 without, however differ from the cultivars Perma, Paraguai, Neilton, Dona Rosa, Amarelo, Saracura, Umbaúba, BRS Gema de Ovo, Imbé and Cacau Amarelo. All cultivars evaluated presented less than 30 minutes cooking, regarded as ideal for cassava cultivars. The average cooking time ranged from 15.27 (Paraguai) 28.90 min (Umbaúba), this being the highest average time observed.

Key words: precocity, condition of cultivation, cooking.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), planta originária da América Tropical, é um dos cultivos mais importantes para os trópicos (COCK, 1989). A produtividade média de raízes tuberosas, em termos mundiais, é de 12,36 t.ha⁻¹ (FAO, 2011). Em 2011, o Brasil produziu 25,40 milhões de toneladas de raízes de mandioca, numa área cultivada de 1,76 milhão de hectares e rendimento médio de 14,6 t.ha⁻¹.

O cultivo na região do Recôncavo Baiano tem sido tradicionalmente de sequeiro, realizada em grande parte por pequenos produtores em consórcio com outras culturas de subsistência como o feijão e o milho. No entanto, a região apresenta ocorrência de um período de déficit hídrico prolongado, compreendido entre os meses de setembro a março, que chega a representar 27,1% da média total de chuva precipitada (D' ANGIOLELLA et al., 1999). Nesse período, de acordo com D' Angiolella et al. (1999), ocorrem também os maiores valores de evapotranspiração potencial, e os autores recomendam o suprimento do déficit hídrico através da irrigação complementar para as culturas cujas exigências hídricas não sejam supridas adequadamente.

A ocorrência de déficit hídrico em plantas cultivadas afeta o crescimento e o desenvolvimento das culturas em todo o mundo. A diminuição do conteúdo de água no solo afeta acentuadamente alguns processos morfofisiológicos (SANTOS e CARLESSO, 1998) e conseqüentemente a produção. Mas quando comparada com outras culturas, a mandioca apresenta produtividade comparativamente elevada, mesmo sob baixo potencial hídrico no solo durante períodos prolongados. O bom desempenho da planta em tais condições só é possível graças a um eficiente controle estomático que aumenta a eficiência do uso da água, reduzindo as perdas e mantendo o potencial osmótico das folhas.

O aumento na irregularidade das chuvas e veranicos mais freqüentes nos meses seguintes ao plantio, quando ocorre o estabelecimento da planta de mandioca, leva à redução da produtividade de raízes e ao alongamento do ciclo. No entanto, apesar da redução da produção de raízes sob condições de escassez de água, a cultura pode recuperar-se quando a água torna-se disponível (EL-SHARKAWY, 2007).

De acordo com Benesi et al. (2008), a época de colheita ideal da mandioca não é conhecida, uma vez que esta cultura não apresenta um período de maturação definido. Para Aguiar (2003), a melhor época de colheita, considerando o estágio fisiológico, seria no período em que as plantas apresentam desfolhamento total ou parcial, quando o teor de matéria seca e amido nas raízes são maiores. A época de colheita é função também de diferenças varietais, condições ambientais e das práticas culturais. A irrigação, por exemplo, é uma prática capaz de favorecer o rápido desenvolvimento das raízes com maior acúmulo de amido, uma vez que sua produção está diretamente relacionada com a disponibilidade de água às plantas (SOUZA et al., 2010).

Alguns trabalhos mostram haver uma relação direta da produtividade de raízes tuberosas com o prolongamento do ciclo da planta. Ao avaliar o efeito das épocas de colheita e irrigação, sobre a produtividade e características agronômicas da mandioca, Lopes et al. (2010) observaram que a produtividade aumentou linearmente com a idade e épocas de colheita. De acordo com eles, aos 18 meses, as plantas produziram $40,6 \text{ t.ha}^{-1}$ de raízes, com incremento de 100% em relação à colheita efetuada aos oito meses. A percentagem de amido nas raízes, em cultivo de sequeiro, decresceu com as épocas de colheita. Sob irrigação, a partir dos 14 meses, essa tendência se modificou com aumento dos valores.

Ao estudar épocas de colheita de variedades de mandioca, Ponte (2008) observou que a produção de parte aérea e a altura de plantas aumentaram com a permanência das plantas em campo, sendo a maior produtividade de amido obtida aos 270 dias após o plantio. Observou-se ainda tendência decrescente na porcentagem de matéria seca de raízes tuberosas, teor de amido e rendimento de farinha de 210 a 390 dias após plantio.

Sagrilo et al. (2002) observaram que o bom desenvolvimento da estrutura vegetativa das plantas levou ao acúmulo de material de reserva nas raízes tuberosas, aumentando a sua produtividade, e que os maiores índices de colheita ocorreram dos 19 aos 21 meses de idade, com valores, em média, superiores a 54,0%. Para todas as cultivares, a segunda fase de repouso fisiológico das plantas mostrou-se mais propícia à colheita, com acréscimos de 92,5% na produção de raízes tuberosas, 125,0% de matéria seca e 144,0% de amido.

Nos últimos anos, o crescimento da participação da mandioca de mesa no mercado econômico e sua relevância social têm despertado o interesse para novas tecnologias, a fim de melhorar as condições de cultivo, produtividade e qualidade das raízes, com reflexos na renda dos produtores, principalmente de camadas mais baixas.

De acordo com Fialho et al. (2002), na produção de mandioca de mesa, a irrigação permite o cultivo durante o ano todo, pelo escalonamento do plantio e, conseqüentemente, a oferta de produto *in natura* de boa qualidade para abastecer o mercado consumidor. Porém, ainda são poucos os estudos relacionados às respostas dessa cultura à irrigação. Além do alto custo de implantação da irrigação, que só se justifica pelo aumento da produtividade, obtenção de raízes com melhor qualidade (LOPES, 2006; CARABALLO e VELÁZQUEZ, 2000) e precocidade.

O objetivo deste trabalho foi estudar a resposta produtiva de cultivares de aipins cultivados em condições irrigadas e de sequeiro em diferentes épocas de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O trabalho foi conduzido entre setembro de 2010 e julho de 2011 no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, a 12°40'39" de latitude Sul e 39°06'23" de longitude Oeste, a uma altitude de 226 m. O clima da região é classificado como úmido a subúmido (Almeida, 1999), com umidade relativa e temperatura média anuais de 80% e 24 °C, respectivamente, e pluviosidade média anual de 1.200 mm (BORGES et al. 2002).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico típico, textura franco argilo-arenosa, a moderado, caulinítico, hipoférrico, declive 0 a 3% (Souza e Souza, 2001). Na Tabela 1 são apresentados os resultados da análise química do solo, realizada após a colheita aos 10 meses de idade.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental. Cruz das Almas - BA, 2012.

Prof.	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	M _O
	Água	mg/dm ³					cmolc/dm ³					%	g/kg
0-20	6,5	40	0,27	2,1	1,3	3,4	0,0	0,02	0,88	3,69	4,57	81	10,55
20-40	6,6	38	0,24	2,0	1,3	3,3	0,0	0,03	1,10	3,57	4,67	76	10,24

No preparo do solo foram feitas as operações de aração, gradagem e abertura de sulcos. O plantio foi efetuado com manivas de 0,20 m de comprimento, com 5 a 7 gemas, obtidas do terço médio de plantas saudas. O espaçamento adotado foi 1,0 m x 1,0 m. Não foram realizadas calagem e adubação.

Caracterização do experimento

O sistema de irrigação adotado foi gotejamento com emissores autocompensados da AGROJET modelo GA-4, com vazão nominal de 4 L.h⁻¹ e pressão de trabalho de 8 m.c.a., espaçados na linha lateral de 0,50 m. O monitoramento da umidade do solo foi feito pelo método da *Reflectometria no Domínio da Frequência* (FDR), com tubos de acesso instalados até 0,50 metros de profundidade, sendo as leituras realizadas através do aparelho Diviner 2000®.

O manejo da irrigação foi feito com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), obtida através da equação 1, até que se atingisse a capacidade de campo. Os tratamentos foram aplicados a partir dos 90 dias após o plantio, para garantir as mesmas condições de brotamento e enraizamento das manivas.

$$ET_c = K_c \times ET_o \times K_r \quad (1)$$

sendo:

K_c - o coeficiente de cultivo ;

ET_o- a evapotranspiração de referência;

K_r - o coeficiente de redução.

Os coeficientes da cultura (K_c) utilizados variaram de acordo com a fase fenológica da planta, conforme Coelho Filho et al. (2010). A ETo foi determinada pelo método de Penman-Monteith FAO (ALLEN et al., 1998), por meio dos dados meteorológicos fornecidos pela estação meteorológica. O K_r foi calculado por meio da metodologia proposta por Freeman e Garzoli citado por Vermeiren e Jobling (1997) para cultivos adensados. O K_r foi determinado por meio da equação 2:

$$K_r = IC + 0,5 \times (1 - IC) \quad (2)$$

sendo:

K_r - coeficiente de redução da evapotranspiração;

IC - índice de cobertura da cultura de mandioca.

Com os valores médios dos diâmetros das copas (D), foram determinados, para todos os clones, os índices de cobertura (IC), que expressam a fração da superfície do solo sombreada pela planta, dados pela relação de área da copa dividido pelo espaçamento entre linha x espaçamento entre filas.

Foram avaliados 19 clones de mandioca de mesa (BRS Gema de Ovo, Branca, Maragojipe, BRS Dourada, Manteiga, Paraguai, Casca Roxa, Barro Vermelho, Umbaúba, Imbé, Dona Rosa, Saracura, Rosinha, Neilton, Perma, Abóbora, Cacau Amarelo, Amarelo I e Formosa) e um de mandioca (Amansa Burro) com boa tolerância ao déficit hídrico, sob duas lâminas de irrigação: 0% (sem irrigação) e 100% (umidade na capacidade de campo).

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados no esquema de em parcela subdividida, com três repetições, no esquema fatorial 20 x 2, sendo 20 clones e duas condições de manejo (irrigado e sequeiro), com avaliações em duas épocas de colheita (oito e dez meses). Nas parcelas foram dispostas as condições de manejo. Cada parcela era composta por 20 subparcelas, onde foram distribuídos os clones de mandioca de mesa, em espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

Foram realizadas colheitas aos 8 e 10 meses após o plantio, e em cada época foram colhidas duas plantas por subparcela experimental.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Programa SAS, sendo as médias dos clones agrupadas pelo teste de Scott-Knott, as médias das condições de manejo e das épocas foram comparadas pelo teste de F, a 5% de probabilidade. Foram avaliados os seguintes parâmetros:

a) Produtividade de raiz total e comercial (PRT e PRC): valor médio expresso em $t.ha^{-1}$, obtido pela pesagem de todas as raízes tuberosas para obtenção do peso total com posterior separação e pesagem das raízes comerciais, no momento da colheita. Foram consideradas raízes comerciais aquelas livres de deformações anatômicas e com comprimento maior ou igual a 20 cm e diâmetro acima de 3 cm.

b) Produtividade da parte aérea (PPA): valor médio expresso em $t.ha^{-1}$, obtido pela pesagem da parte aérea das plantas, a partir do corte realizado a 0,10 m da superfície do solo logo após a colheita das raízes.

c) Índice de colheita (IC): relação entre o peso de raízes tuberosas e o peso total da planta.

d) Teor de amido (TAM): foi obtido por meio das equações 3 e 4, respectivamente.

$$TAM (\%) = TMS - 4,65 \quad (3)$$

$$TMS (\%) = 15,75 + 0,0564 \times R \quad (4)$$

sendo:

R - peso específico de 3 kg de raiz, obtido por pesagem em água na balança hidrostática (GROSSMANN e FREITAS, 1950);

TMS - matéria seca.

e) Tempo de cozimento: contabilizado do momento em que os toletes foram colocados em água fervente até o momento do cozimento, detectado por meio da ausência de resistência da raiz à penetração de um garfo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental a precipitação variou de ~80 mm em setembro, chegando a menos de 10 mm em novembro, voltando a aumentar em abril quando choveu 293 mm, maior média observada. A temperatura se manteve próximo aos 25°C durante todo o período e a umidade relativa do ar ficou entre 70 e 90% (Figura 1).

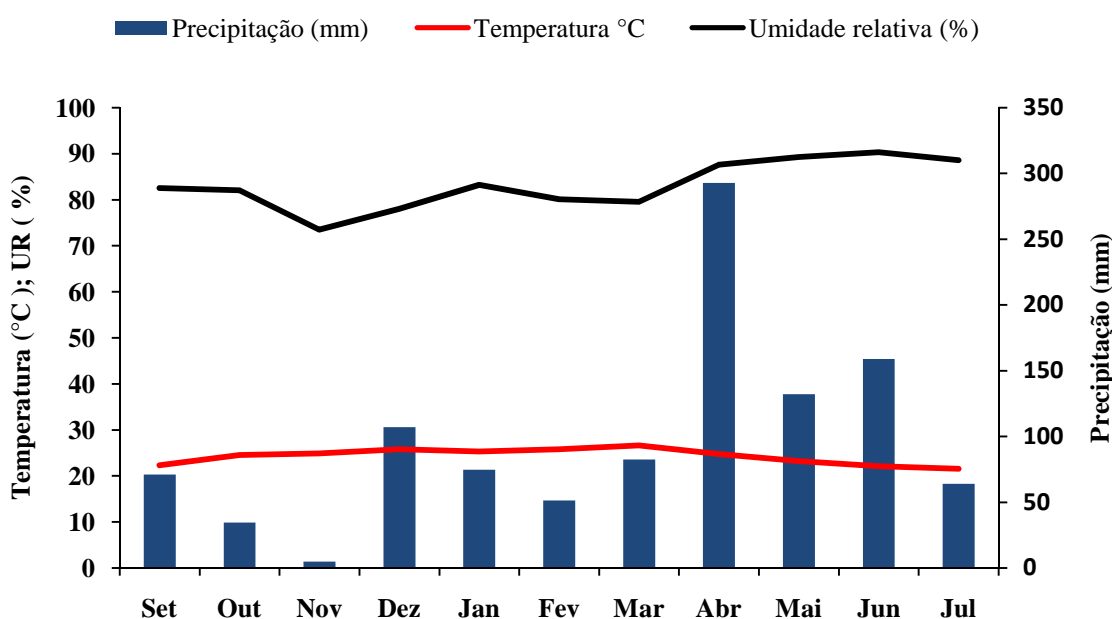


Figura 1. Médias mensais de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação (mm) no período de setembro de 2010 a julho de 2011. Cruz das Almas – BA, 2011.

Durante os meses do experimento a evapotranspiração de referência (ET_o) variou de 3,86 mm em setembro a 5,6 mm em fevereiro de 2011 e decresceu até 3,74 mm em julho, enquanto a evapotranspiração da cultura (ET_c) foi crescente por volta dos 90 aos 180 dias, quando ocorre o estabelecimento da copa, período em que o crescimento vegetativo é mais ativo e a demanda hídrica da cultura é maior (Figura 2).

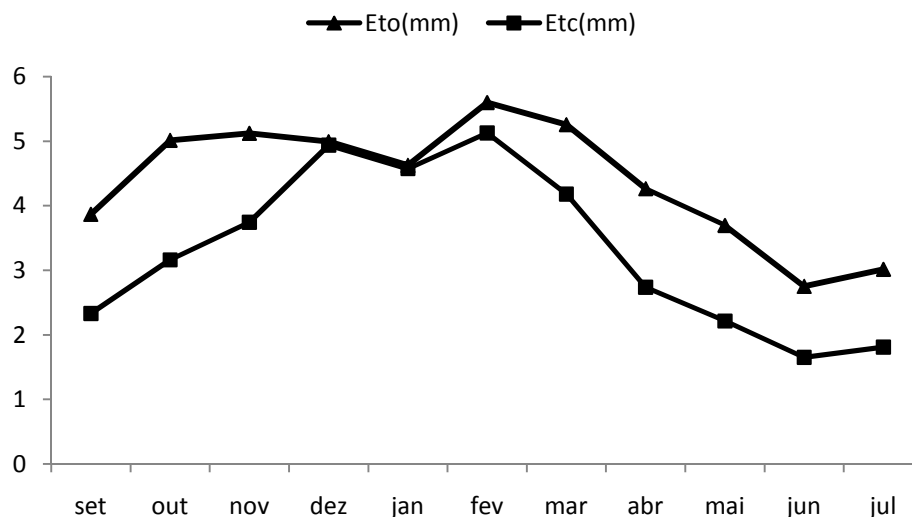


Figura 2. Médias mensais da evapotranspiração de referência (ET_o) e evapotranspiração da cultura (ET_c) no período de setembro de 2010 a julho de 2011. Cruz das Almas – BA, 2011.

A fase considerada crítica para o efeito do déficit hídrico em mandioca segundo Alves (2006), está compreendida entre o 1° e 5° meses após o plantio. Observa-se que durante esse período (outubro/2010 a fevereiro/2011) ocorreu déficit hídrico no solo (Figura 3), no entanto a irrigação foi mantida indistintamente para todas as parcelas experimentais até os 90 dias após o plantio para garantir o processo de diferenciação das raízes. Durante esse tempo ocorreram também os menores valores de precipitação pluviométrica observados em todo o período experimental (35 e 5 mm) nos meses de outubro e novembro (Figura 1). Apesar de a época seca ter coincidido com o período de maior demanda hídrica da cultura (fase em que o crescimento vegetativo é mais ativo), a partir dos 90 dias, inicialmente as plantas de sequeiro se beneficiaram do efeito residual das irrigações anteriores, e os picos observados entre os meses de janeiro e fevereiro de 2011 (Figura 3) indicam eventos de precipitações que diminuíram a severidade do déficit hídrico.

Extrato do Balanço Hídrico sequencial

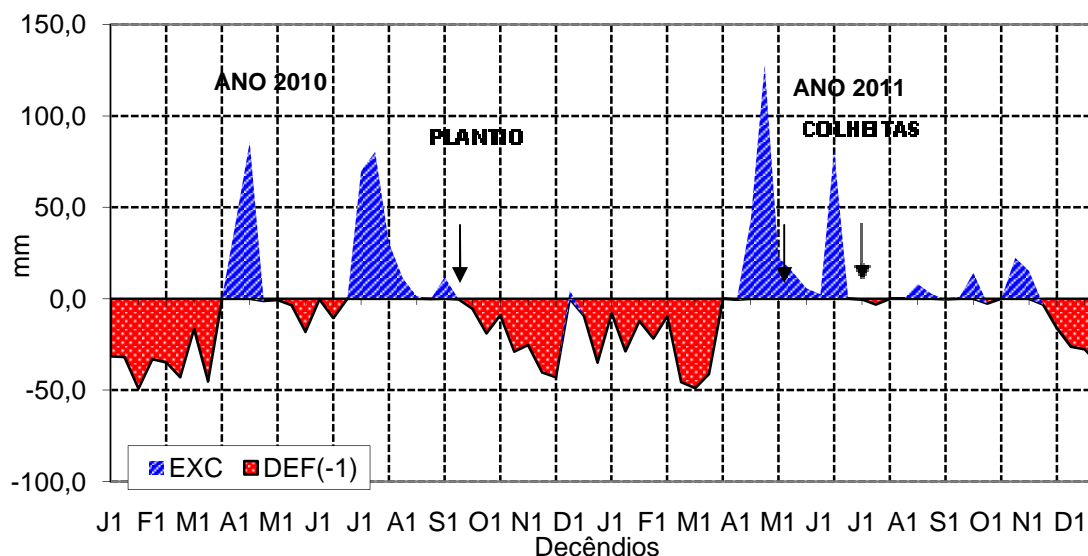


Figura 3. Representação do balanço hídrico sequencial mensal para Cruz das Almas dos anos de 2010 e 2011. Dias Após o Plantio (DAP).

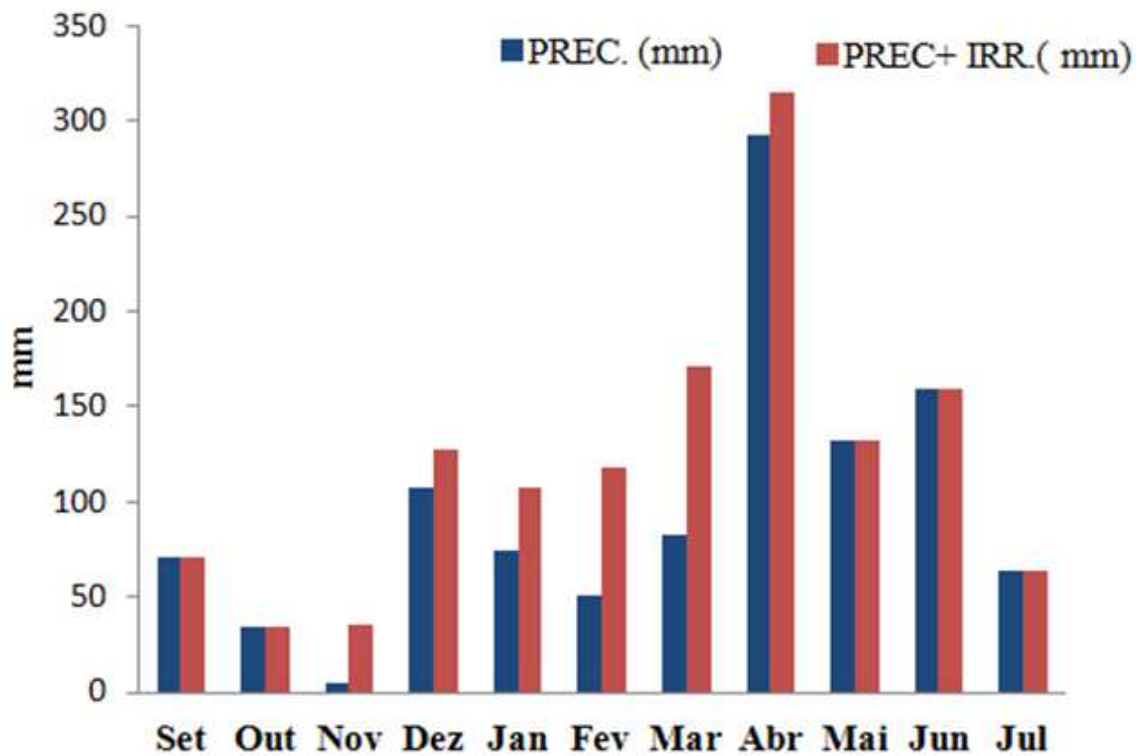


Figura 4. Médias mensais de precipitação e irrigação + precipitação no período de setembro de 2010 a julho de 2011. Cruz das Almas – BA, 2011.

O quadro de análise de variância das características produtividade total de raízes (PTR) produtividade de raízes comerciais (PRC), produtividade de parte aérea (PPA), índice de colheita (IC), teor de amido (TAM) e tempo de cozimento (TC) é apresentado na Tabela 2. A fonte de variação genótipos foi não significativa apenas para a característica IC, sendo significativa para as demais características ($p < 0,01$). Não houve efeito significativo para a característica TC, quando a fonte de variação estudada foi épocas de colheita. Quanto ao manejo (irrigado ou sequeiro), houve significância a 5% nas características PRC, e TAM. As interações genótipos x épocas, genótipos x manejo e genótipos x épocas x manejo não foram significativas para todas as características avaliadas; a interação épocas x manejo foi significativa apenas em IC (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância da produtividade total de raízes (PTR), Produtividade de raízes comerciais (PRC), produtividade de parte aérea (PPA), índice de colheita (IC), teor de amido (TAM), e tempo de cozimento (TC).

Fonte de variação	GL	PTR	PRC	PPA	IC	TAM	TC
			(t.ha ⁻¹)			(%)	(min.)
Bloco (manejo) ¹	2	7199860,2*	7042402*	2575625,40 ^{ns}	7,5475 ^{ns}	4,3219 ^{ns}	36,0631 ^{ns}
Genótipos	19	10234197,6**	8497511**	33507284,80**	5,3165 ^{ns}	33,5495**	114,0363**
Erro a	37	1663055,9	1865786,6	2696416,6	3,4708	6,7878	19,0907
Épocas	1	40819900,26**	8634310,35*	17442552,79*	0,1827**	132,1707**	41,6083 ^{ns}
Genótipos x Épocas	19	2008073,71 ^{ns}	2170244,25 ^{ns}	5227504,68 ^{ns}	0,01287 ^{ns}	6,8359 ^{ns}	14,9169 ^{ns}
Erro b	38	2612715	1924253	3607978	0,0141	4,9911	14,1568
Manejo	1	3909746,22 ^{ns}	12400924,29*	8466558,13 ^{ns}	6,7519 ^{ns}	46,7539*	9,0113 ^{ns}
Genótipos x Manejo	19	1712684,69 ^{ns}	1281542,12 ^{ns}	3619652,85 ^{ns}	5,3764 ^{ns}	7,3482 ^{ns}	14,2272 ^{ns}
Erro c	36	2320439,1	2292811,6	2566957,8	3,4773	7,9908	12,2313
Épocas x Manejo	1	6947047 ^{ns}	1590818,30 ^{ns}	449233,20 ^{ns}	0,1169**	0,2991 ^{ns}	11,8287 ^{ns}
Genótipos x Épocas x Manejo	19	1462059,4 ^{ns}	1250115,50 ^{ns}	1599560,40 ^{ns}	0,0138 ^{ns}	10,4439 ^{ns}	17,2793 ^{ns}
Erro d	29	1916247	1403843,5	2016855	0,012	7,1510	18,4508
CV (%)		48,22	60,71	31,58	22,51	9,42	20,84
Média geral		28,7	19,5	0,4	0,47	28,36	20,6

¹ manejo= irrigado (umidade na capacidade de campo) ou sequeiro

* significativo a 5% de probabilidade; ** significativo a 1% de probabilidade

Produção de raízes e parte aérea de cultivares de mandioca de mesa

A análise de variância indica que não houve significância ($p > 0,05$) da fonte de variação manejo (irrigado e sequeiro) para a característica PTR. Conforme Oliveira et al. (2006), os cinco primeiros meses após o plantio são críticos com relação ao suprimento de água à planta de mandioca. Apesar de as precipitações nos três meses posteriores a setembro de 2010 (mês do plantio) terem registrados valores menores, a precipitação observada nos meses seguintes foi crescente até abril (mês anterior ao início das colheitas) quando choveu 293 mm (Figura 1).

Ainda que as plantas, em condições de sequeiro, tenham sofrido restrição hídrica durante os meses de janeiro a março (Figura 2), quando a precipitação média mensal manteve-se abaixo dos 100 mm e a demanda hídrica da cultura elevada, a maior disponibilidade de água às plantas nos meses seguintes favorece a recuperação das mesmas por meio da rápida formação de novas folhas, com taxas fotossintéticas maiores, compensando as perdas na produção e aproximando-se da produção média de plantas sob condições irrigadas (EL-SHARKAWY, 2007).

Oliveira et al. (1982) observaram redução de até 62% na produção de raízes do clone Aipim Bravo, quando ocorreu estiagem entre os 30 e os 150 dias após o plantio. No presente trabalho tal redução não foi observada devido as precipitações ocorridas durante o período.

Na Figura 5 são apresentadas as médias dos cultivares para a característica PTR, cujos valores variaram de 16,6 t.ha⁻¹ (Dona Rosa) a 55,5 t.ha⁻¹ (Neilton), com média de 28,4 t.ha⁻¹. A menor produtividade de raízes obtida neste trabalho já supera a produtividade média nacional em duas toneladas.

O cultivar Neilton superou todos os outros com produtividade média de 55,5 t.ha⁻¹ seguido pelos clones Dona Rosa, Casca Roxa, Gema de Ovo, Amansa Burro, Abóbora e Maragojipe que diferiram estatisticamente dos demais.

Em relação ao clone Saracura, recomendado pela Embrapa, este apresentou neste estudo uma produção de 20,4 t.ha⁻¹, valor próximo ao verificado por Borges et al. (2002), porém muito abaixo da encontrada em trabalho realizado

por Fukuda e Borges (1989) que obtiveram $45,78 \text{ t ha}^{-1}$ para o mesmo cultivar e nas mesmas condições edafoclimáticas.

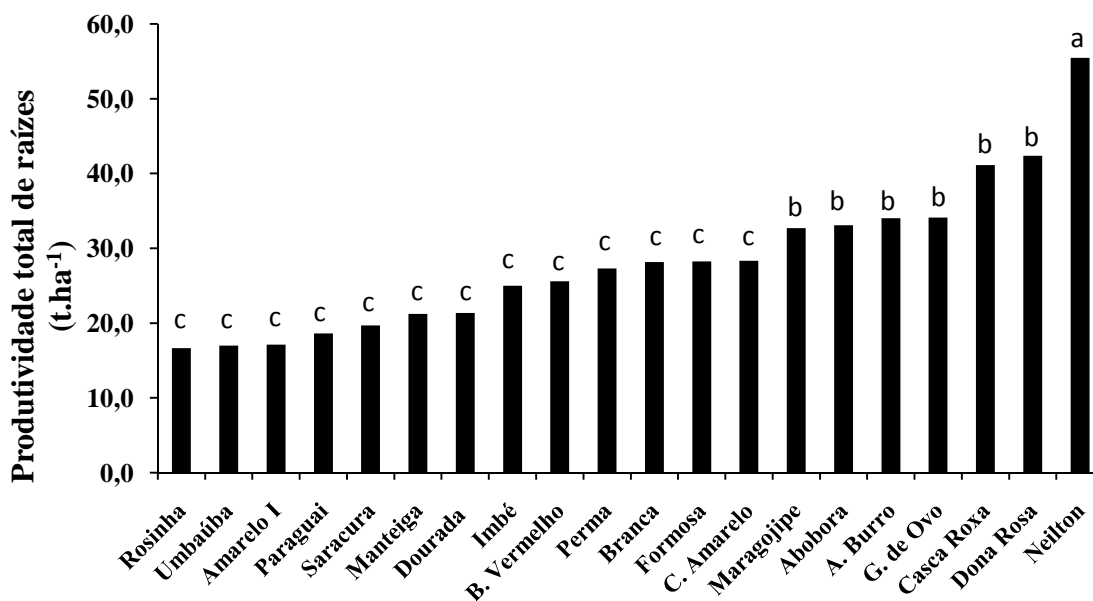


Figura 5. Médias da produtividade total de raízes (PTR) de clones de mandioca de mesa. Cruz das Almas - BA, 2011. Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A produtividade de raízes comerciais (PRC) é uma característica essencial em mandioca de mesa, mais importante até que a produtividade total, uma vez que, na maioria dos casos, grande parte das raízes é comercializada inteira, e o formato das raízes é fundamental. Raízes de tamanho médio, formato regular (sem cintas) são as mais requeridas pelos consumidores.

Clones que produzam maior percentual possível de raízes comercialmente aceitáveis são importantes nesse setor para aumentar a receita e diminuir as perdas com os descartes de raízes não comerciais. O maior valor de produtividade de raízes comerciais em relação a produtividade total de raízes indica maior uniformidade entre as raízes de um mesmo clone, com tamanho comercial, sendo esta uma característica de bons cultivares de mesa. Também quanto a esta característica, o cultivar Neilton destacou-se dos demais com média de $43,6 \text{ t.ha}^{-1}$, ou seja, 79% de raízes comerciais (Figura 6).

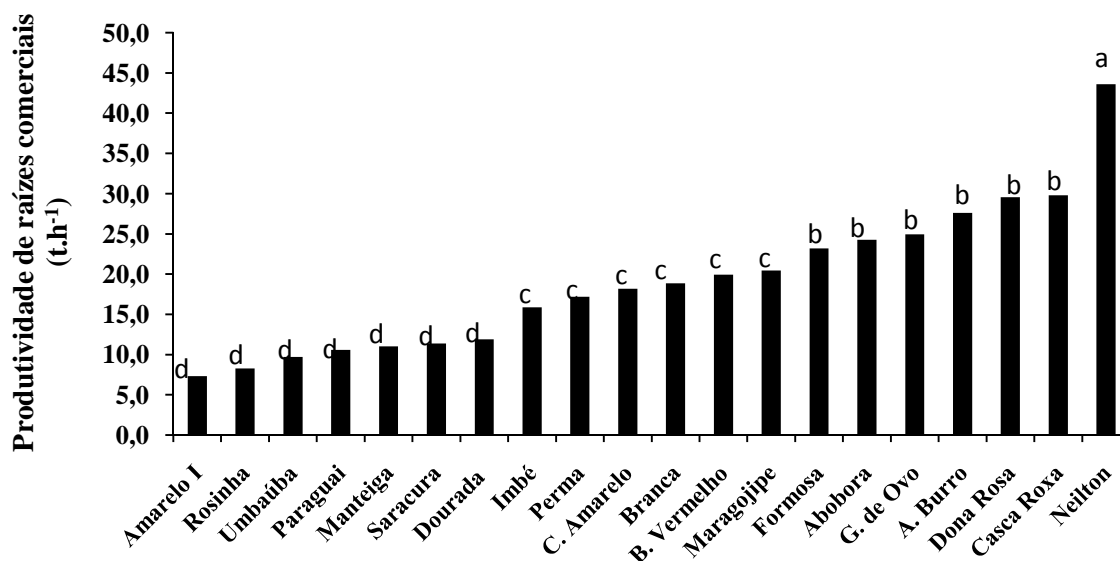


Figura 6. Médias da produtividade de raízes comerciais (PRC) de clones de mandioca de mesa. Cruz das Almas - BA, 2011. Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Não houve efeito do manejo para a produtividade de massa de parte aérea devido à maior disponibilidade de água no solo durante os trinta dias que antecederam a primeira colheita e por a planta encontrar-se ainda na fase de crescimento vegetativo (Figura 2). A temperatura e a elevada umidade relativa do ar durante os meses do experimento (24°C e 83%) observadas em Cruz das Almas, aliada a precipitação média mensal próxima dos 100 mm, também favoreceram a produção da parte aérea.

A produção de parte aérea está diretamente associada à capacidade de produção de material de plantio, pois cultivares com maior produção de ramos conferem maior facilidade na sua seleção, armazenamento e posterior plantio (SAGRILLO et al., 2002), e o terço superior da planta (folhas e ramos ponteiros) é utilizado na alimentação animal, em razão do teor elevado de proteínas. Valores elevados de massa da parte aérea são indicativos de maior retenção foliar, que está diretamente relacionada com a tolerância à seca.

Os cultivares avaliados nesse estudo mostraram diferenças significativas no que se refere à produção da parte aérea. As médias da produtividade de parte aérea (PPA) são apresentadas na Figura 7. O clone Casca Roxa apresentou a

maior média para esta característica (82 t.ha^{-1}), seguida do cultivar Neilton (75 t.ha^{-1}) e Amansa Burro (71 t.ha^{-1}), diferindo das demais. Os clones com as maiores produtividades de parte aérea foram também aqueles com os maiores valores de PTR, PRC e TAM, indicando estreita relação da PPA com estas características. Oliveira (2007) observou correlações positivas entre peso da parte aérea e produtividade de raízes e amido. O bom desenvolvimento da estrutura vegetativa das plantas levou ao acúmulo de material de reserva nas raízes tuberosas, aumentando a sua produtividade.

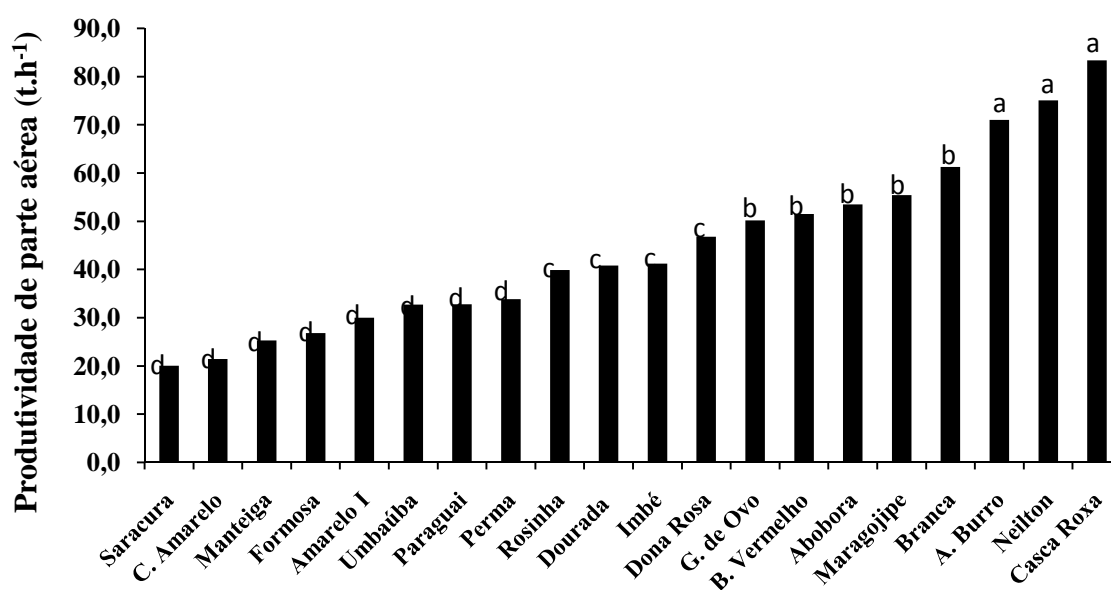


Figura 7. Médias da produção de parte aérea (PPA) de clones de mandioca de mesa. Cruz das Almas - BA, 2011. Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A PTR aumentou com a época de colheita, embora a mesma não tenha sido significativamente influenciada pela irrigação (Figura 8), corroborando os resultados de Lopes et al. (2010), os quais verificaram aumento linear de produtividade entre os 8 e 18 meses após o plantio. No presente estudo, esta variação foi, em média, de $9,7 \text{ t.ha}^{-1}$, proporcionando acréscimo na ordem de 40% entre os 8 e 10 meses ($23,8 \text{ t.ha}^{-1}$ e $33,5 \text{ t.ha}^{-1}$, respectivamente). Assim como a produção total de raízes, a produtividade comercial também atingiu níveis satisfatórios de 17 t.ha^{-1} aos oito meses, aproximando-se de 22 t.ha^{-1} com 10 meses de cultivo. Para a PRC, o aumento dos valores de oito para 10 meses foi inferior (28%), porém significativo para o efeito das épocas de colheita (Figura 8).

A menor variação observada na produtividade de raízes comerciais em comparação à PRT pode ser atribuída ao crescimento em diâmetro das raízes de alguns clones, observado na colheita aos dez meses, que as desclassificaram como comerciais. Alves et al. (2008) constataram um aumento significativo no diâmetro de raízes de cultivares de mandioca quando colhidas aos treze meses em relação à colheita efetuada aos sete meses.

Analisando a PPA em função das épocas de colheitas (Figura 8) verifica-se que o acréscimo para esta característica foi de 6000 kg de massa de parte aérea (42 t.ha^{-1} oito meses e 48 t.ha^{-1} dez meses). Apesar disso, os resultados mostram que mesmo após os seis meses, período em que segundo Alves (2006) aumentam a senescência foliar e taxa de queda das folhas, as plantas continuaram crescendo em resposta às condições ambientais ocorridas durante o experimento, uma vez que em condições de clima e solo favoráveis as plantas de mandioca apresentam crescimento vegetativo exuberante (FUKUDA e OTSUBO, 2003).

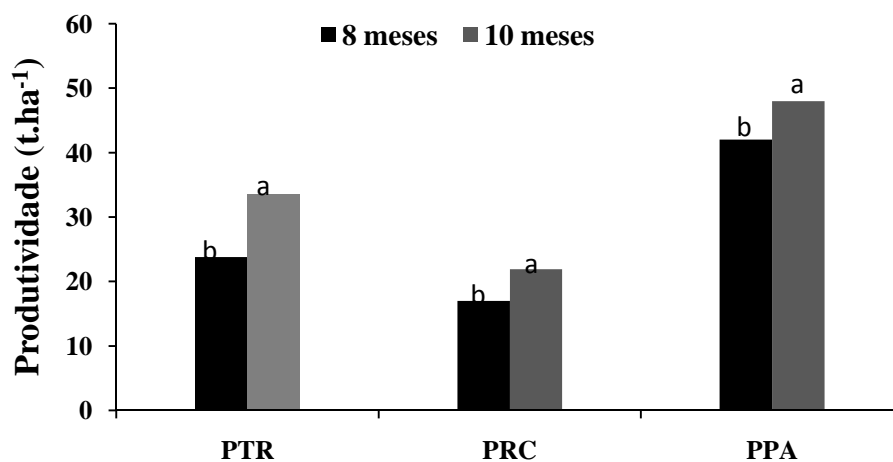


Figura 8. Médias da produtividade total de raízes (PTR), produtividade de raízes comerciais (PRC) e produtividade de parte aérea (PPA) de clones de mandioca de mesa em função das épocas de colheita. Cruz das Almas - BA, 2011.

Um atributo essencial em mandioca de mesa está ligado à qualidade e formato das raízes. Na Figura 9 são apresentadas as médias das características PRC nas condições de sequeiro e sob irrigação (umidade na capacidade de campo). Na condição irrigada, o incremento foi de 21% na PRC ($17,5 \text{ t.ha}^{-1}$ em sequeiro, e $21,3 \text{ t.ha}^{-1}$ sob irrigação). A percentagem de raízes comerciais foi

maior para plantas sem restrição hídrica (76%). Embora a irrigação não tenha influenciado a produtividade total de raízes neste estudo, promoveu o desenvolvimento de raízes mais uniformes e de melhor conformação.

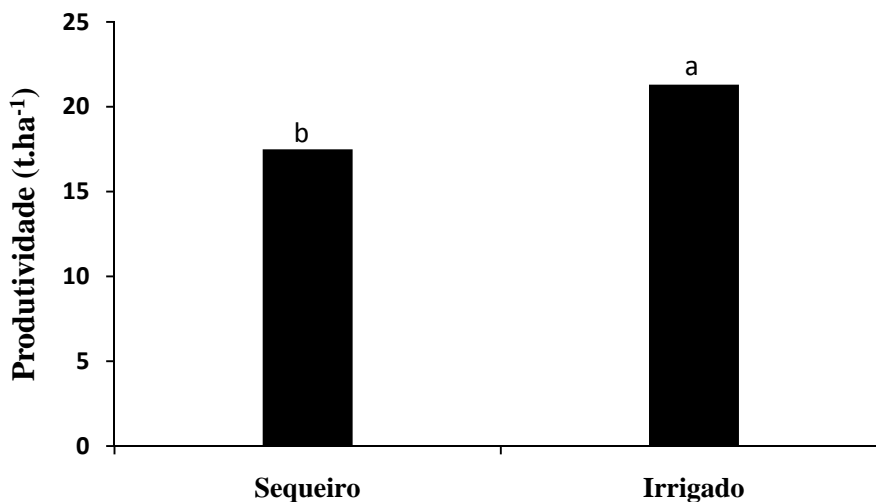


Figura 9. Médias da produtividade de raízes comerciais (PRC) de mandioca de mesa, sob irrigação (umidade na capacidade de campo) e em sequeiro. Cruz das Almas - BA, 2011.

Em mandioca, o índice de colheita representa a eficiência na produção de raízes de reserva (CENI et al., 2009) estabelecendo o balanço entre a produção total de carboidratos pelas plantas e sua distribuição para as raízes. No entanto, a análise isolada do IC não é suficiente para determinar maior produtividade em mandioca, uma vez que ele pode aumentar tanto pelo aumento da produção de raízes como por redução da produção de parte aérea.

Os valores médios do IC para todos os manejos e épocas de colheita (Tabela 3) situaram-se abaixo de 60%, valor acima do qual Conceição (1983) considera adequado para mandioca. Porém valores acima de 50% são comumente obtidos em colheitas de dois ciclos. Não obstante, esse valor ideal pode variar em função do objetivo da lavoura (CARDOSO JUNIOR et al., 2005). O menor valor de IC foi verificado aos oito meses na condição de sequeiro que diferiu estatisticamente da condição irrigada.

Tabela 3. Médias do índice de colheita (IC) em clones de mandioca de mesa.

MANEJO	IC		Média
	8 meses	10 meses	
IRRIGADO	0,43Aa	0,40Aa	0,41
SEQUEIRO	0,32Ba	0,39Aa	0,35
Média	0,37	0,39	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Teor de amido nas raízes de clones de mandioca de mesa

O teor de amido é importante seja em mandioca para indústria ou de mesa, uma vez que o amido é o principal componente, em porcentagem, da matéria seca das raízes tuberosas. A produção do amido é diretamente dependente da disponibilidade hídrica (SOUZA et al., 2010), e varia de acordo com a cultivar, condições edafoclimáticas e época de colheita (ALVES et al., 2008).

Observou-se efeito crescente sobre teor de amido em função das épocas de colheita ($p < 0,01$) (Figura 10), com um incremento de 6% em relação aos oito meses, mesmo comportamento observado para PPA; em virtude do maior desenvolvimento da parte aérea, que proporcionou um maior acúmulo e translocação de assimilados para as raízes tuberosas. Diversos estudos têm comprovado a relação entre o teor de amido com o tempo de permanência das raízes em campo. Oliveira e Moraes (2009) estudando a cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita, verificaram resultado semelhante, porém com um incremento de 22% para o mesmo intervalo entre colheitas. Já Borges et al. (2002) avaliando 26 variedades de mandioca para consumo humano em Cruz das Almas, verificaram redução no teor de amido aos 10 meses em relação aos oito meses voltando a aumentar com os doze meses de idade quando a planta encontra-se em repouso.

Maior porcentagem de amido em raízes de plantas irrigadas foi verificada em relação às cultivadas em sequeiro (Figura 10). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Souza (2007), que afirma que o teor de amido em raízes de mandioca irrigada é superior a mandioca produzida em condição de sequeiro. No presente estudo, a recuperação do crescimento da cultura e da produtividade de raízes após o período de menor disponibilidade hídrica (janeiro a março de 2011), ocorreram às custas do amido armazenado nas raízes, enquanto

a manutenção do vigor de plantas irrigadas favoreceu acúmulo também em função da idade.

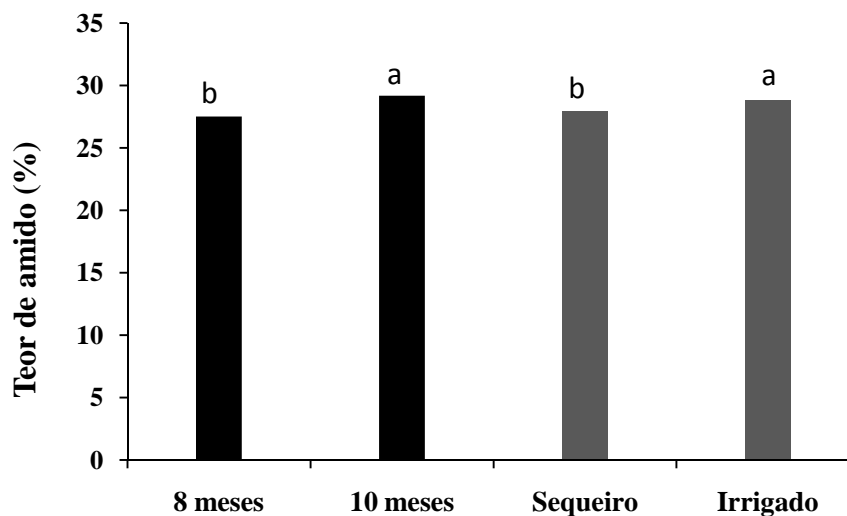


Figura 10. Médias do teor de amido (TAM) em raízes de clones de mandioca de mesa em função das duas épocas de colheita e condição de manejo (sequeiro e irrigado). Cruz das Almas - BA, 2011.

Os teores de matéria seca e amido estão relacionados com a temperatura do ar. Em regiões tropicais de altitude, onde é comum a ocorrência de temperaturas em torno de 15°C, as plantas tendem a apresentar maior percentual de amido em suas raízes, embora maiores produtividades sejam alcançadas com maior permanência das plantas em campo (EI-SHARKAWY, 2006), devido a redução do crescimento da planta. Para as condições de Cruz das Almas, onde a temperatura média do ar fica próxima dos 24°C, Borges et al (2002), encontraram teores de amido em cultivares de mandioca de mesa que oscilaram entre 24,89% e 33,55%. No presente estudo a variação foi de 25,28% (Maragojipe) a 32,42% (Amansa Burro) (Figura 11).

De maneira geral, todos os clones apresentaram teores médios compatíveis com os relatados na literatura. Os clones Casca Roxa, Rosinha e Amansa Burro apresentaram teores de amido acima de 30% sem, contudo diferir dos clones Perma, Paraguai, Neilton, Dona Rosa, Amarelo, Saracura, Umbaúba, BRS Gema de Ovo, Imbé e Cacau Amarelo. Apenas os clones Maragojipe, Formosa, BRS Dourada, Manteiga, Branca, Abóbora e Barro Vermelho apresentaram teores de amido menores de 28%, diferindo significativamente das demais. Esses resultados

diferem dos obtidos por Sagrilo et al. (2002) que não verificaram diferenças entre os cultivares avaliados com relação a esta característica.

Segundo Conceição (1987), o ideal é que as cultivares apresentem teores de amido superiores a 30%, e que as variedades responsáveis pelas maiores produções de raízes tuberosas sejam também aquelas com os maiores teores de matéria seca.

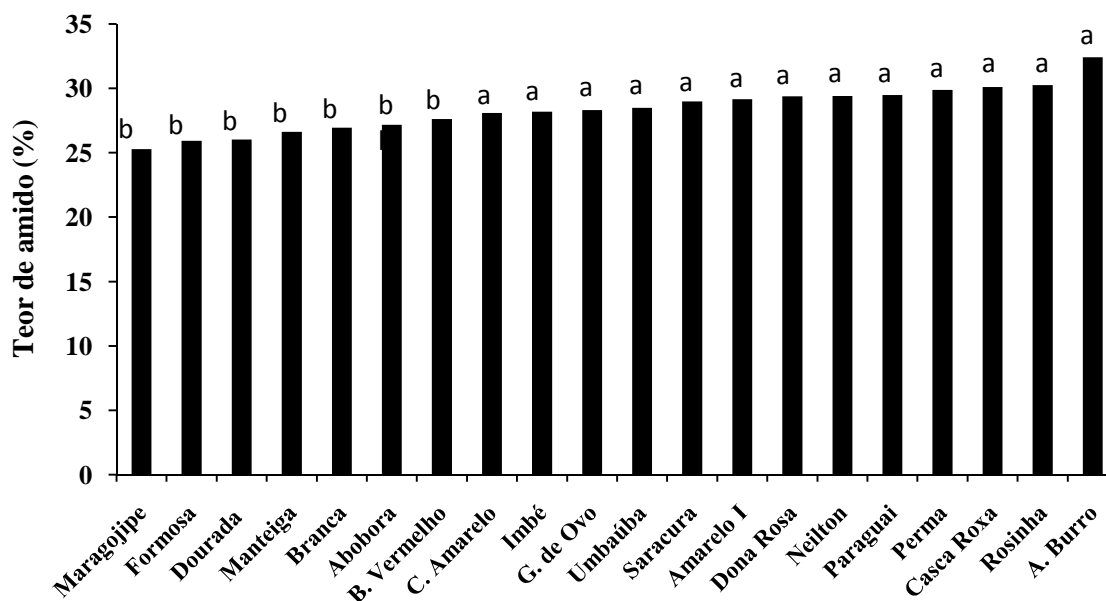


Figura 11. Médias do Teor de amido (TAM) de clones de mandioca de mesa. Cruz das Almas – BA, 2011.

Tempo de cozimento das raízes

O tempo de cozimento é, juntamente com o sabor e a ausência de fibras, o atributo mais importante em mandioca de mesa. Entretanto, essa é uma característica afetada por muitos fatores, sendo por isso difícil selecionar clones com baixo tempo de cozimento. Entre os fatores que afetam essa característica, estão a idade da planta, o genótipo (alguns clones cozinham bem todo o tempo), o teor de matéria orgânica, e a fertilidade do solo.

Carvalho et al. (2009) avaliaram raízes do clone IAC 576-70 cultivado em duas propriedades do entorno de Campinas-SP, nas quais havia diferenças de manejo agrônomo. Uma vinha sendo cultivada com mandioca durante anos, apresentando sinais de esgotamento, e em outra, além da rotação com hortaliças,

a área havia ficado em pousio por quatro anos. O tempo médio de cozimento das raízes foi de 33 minutos na área de pousio, enquanto na outra área, mesmo submetidas a 50 minutos de cozimento, as raízes não cozinharam.

Pereira et al. (1985) qualificam a mandioca segundo o tempo gasto para cozimento em: cozimento ótimo: de 0 a 10 minutos; cozimento bom: de 11 a 20 minutos; cozimento regular: de 21 a 30 minutos e cozimento ruim: acima de 30 minutos.

Todos os clones avaliados apresentaram cozimento com tempo inferior a 30 minutos, aceitável para clones de mandioca de mesa. As médias de tempo de cozimento (Tabela 4) variaram de 15,27 (Paraguai) a 28,90 minutos (Umbaúba), este o maior tempo médio observado. Os clones Paraguai, Saracura, Manteiga, Rosinha, Amarelo I, Dona Rosa, Perma, BRS Gema de Ovo, Branca, Formosa, Imbé, BRS Dourada, Neilton, Maragogipe e Cacau Amarelo formaram o grupo de menor tempo de cozimento (15,27 a 21,50, em média 19,08 minutos) que diferiu significativamente dos clones Barro Vermelho, Casca Roxa, Abobora e Amansa Burro, grupo com o segundo maior tempo de cozimento (média de 24,7 minutos).

Os clones Maragogipe, Cacau Amarelo, Barro Vermelho, Casca Roxa, Abobora, Amansa Burro e Umbaúba foram classificados como cozimento regular, e os demais clones tiveram tempo de cozimento bom, segundo a classificação de Pereira et al. (1985).

Tabela 4. Tempo de cozimento (TC) de raízes de mandioca de mesa. Cruz das Almas - BA, 2011.

GENÓTIPO	TC (min)	GENÓTIPO	TC (min)
Paraguai	15,27 a	Imbé	20,05 a
Saracura	17,50 a	Dourada	20,17 a
Manteiga	17,54 a	Neilton	20,17 a
Rosinha	17,73 a	Maragogipe	21,18 a
Amarelo I	18,25 a	Cacau Amarelo	21,50 a
Dona Rosa	18,96 a	Barro Vermelho	23,25 b
Perma	19,25 a	Casca Voxa	24,46 b
Gema de Ovo	19,31 a	Abobora	25,12 b
Branca	19,54 a	Amansa Burro	25,91 b
Formosa	19,80 a	Umbaúba	28,90 c

Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em mandioca de mesa, o amido provavelmente tem influência sobre o cozimento de raízes; normalmente após uma chuva, as raízes de mandioca passam a não cozinhar. Acredita-se que isso seja devido ao fato de que, com maior umidade no solo, as raízes absorvem mais água e reduzem seu potencial hídrico, fazendo com que durante o processo de cocção a absorção de água seja menor, dificultando assim a geleificação do amido (OLIVEIRA e MORAES, 2009). Com relação a esta questão, não observou-se diferença entre as duas condições de manejo, uma vez que durante os meses de avaliação (maio e julho de 2011) não foram realizadas irrigações devido aos eventos de precipitação ocorridos que

CONCLUSÕES

O déficit hídrico durante o período do experimento não foi suficiente para causar redução das produtividades embora a irrigação tenha proporcionado melhor desenvolvimento das raízes durante a fase de tuberização, promovendo incrementos na produtividade de raízes comerciais e acúmulo do teor de amido em relação às plantas sob condição de sequeiro.

A colheita aos 300 dias após o plantio permitiu as maiores produtividades de raízes totais, comerciais, massa de parte aérea e teor de amido, embora esses valores aos 240 dias também tenham sido satisfatórios.

Todas as raízes tiveram tempo de cozimento aceitável (inferior a 30 minutos) variando apenas em função das diferenças genotípicas de cada cultivar.

Em razão do seu desempenho quanto às características produtividade total de raízes, produtividade de raízes comerciais, produção de parte aérea, o clone Neilton mostrou-se promissor para o cultivo comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. 2003. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for Computing Crop Water Requirements**. Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and drainage. Paper, 56).

ALMENDRA, A. A. **Avaliação de três cultivares de mandioca de mesa (manihot esculenta crantz) submetidas ao controle de plantas daninhas**. 2005. 29 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Teresina.

ALVES, A.A.C. Fisiologia da mandioca. In: **Aspectos sócio-econômicos e agrônômicos da mandioca**. Editor: Luciano da Silva Souza... [et al.]. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p.138-169.

ALVES, J. M. A. *et al.* Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita. Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR. **Revista Agroambiente**, v.2, n.2, p.15-24, jul/dez 2008.

BENESI, I. R. M. *et al.* The effect of genotype, location and season on cassava starch extraction. **Euphytica**, v. 160, p. 59-74. 2008.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M.; ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.

CARABALLO, L.; VELÁZQUEZ, E. Respuesta de três cultivares de yuca a diferentes condiciones hídricas y fechas de cosecha. **Agronomía Tropical**, v. 50, n. 2, p. 267-284, 2000.

CARDOSO JÚNIOR, N. S. *et al.* Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 4, p. 603-610, out./dez., 2005.

CARVALHO, C. R. L. *et al.* Aspectos bioquímicos e agrônômicos no cozimento de mandiocas. III. Um estudo de caso na região de Campinas. **Revista Raízes e**

Amidos Tropicais, Botucatu, v. 5, jul. 2009. p. 799-804. 1 CD-ROM. Edição dos anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca; VII Workshop sobre Tecnologia em Agroindústrias de Tuberosas Tropicais. Botucatu, jul. 2009.

CENI, G. C.; *et al.* Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot Esculenta* CRANTZ). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara. v.20, n.1, p. 107-111, jan./mar. 2009.

COCK, J. H. **La Yuca, nuevo potencial para um cultivo tradicional**. Cali, Colômbia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1989. 240p.

COCK, J.H. *et al.* The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**, Madison, v.19, p.271-279, 1979.

CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1983, 382 p.

D'ANGIOLELLA, G. L. B.; CASTRO NETO, M. T. de; COELHO, E. F. **Balanco hídrico em solos de Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano**. Revista Bahia Agrícola, v. 3, set. de 1999. Disponível em: http://www.seagri.ba.gov.br/revista/rev_1199/bal_hidr.htm. Acesso em: 31 de jan. de 2013.

EI-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: Implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semiarid environments. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. vol. 19,n.4, p. 257-286, 2007.

EI-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.

FAO: **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura**. Disponível em: http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/gcnds/index_es.html>. Acesso em : 18 ago. de 2011.

FIALHO, J. de F. *et al.* **Avaliação de variedades de mandioca de mesa nas condições de cerrado do Distrito Federal.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 73). 20p. 2002.

FUKUDA, C.; OTSUBO, A. A. **Cultivares.** Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Sistemas de Produção, 7). Janeiro de 2003.

GROSSMAN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em mandioca. **Revista Agrônômica**, Porto Alegre, v. 14, n. 160/162, p. 75- 80, 1950.

LOPES, A. C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca.** 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

LOPES, A. C. *et al.* Complementação da irrigação e épocas de colheita de mandioca cv. coqueiro no Planalto de Conquista - BA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 579-587, maio/jun., 2010.

OLIVEIRA, M. A. de; MORAES, P. S. B. de. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 837-843, maio/jun., 2009.

OLIVEIRA, S. L.; MACEDO, M.M.; PORTO, M.C.M. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, p. 121-124, 1982.

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**, Cruz das Almas (BA), v.4, n.1, p.27-32, jun. 1985.

PONTE, C. M. de A. **Épocas de colheita de variedades de mandioca.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, BA. 108f. 2008.

SAGRILO, E. *et al.*; 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.

SANTOS, F. R.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológicos das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.2, n.3, p.287-294. 1998.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical.** Cruz das Almas. Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF. 2001. 56p. (Boletim de Pesquisa, 20).

SOUZA, M. J. L. de *et al.* Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita e cloreto de mepiquat. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2010.

SOUZA. M. J. L. **Manejo da irrigação, épocas de colheita e efeito do cloreto de mepiquat sobre características agronômicas da mandioca.** 2007. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Irrigação localizada.** Tradução de H.R. Gheyi, F.A.V. Damasceno, L.G.A. Silva Jr.; J.F. de Medeiros, Campina Grande, UFPB, 1997. 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36).

CAPÍTULO II

QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO

QUALIDADE DE RAÍZES DE CLONES DE MANDIOCA DE MESA SOB IRRIGAÇÃO E EM SEQUEIRO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas condições de manejo e diferentes épocas de colheitas na qualidade de raízes de clones de mandioca de mesa. Os tratamentos avaliados foram 10 clones de mandioca de mesa, submetidos a dois regimes de água no solo (irrigação e sequeiro) e três épocas de colheita. Os valores médios dos teores de cianeto aos 180 dias após o plantio variaram de 2,5 a 6,3 mg de HCN. kg⁻¹ de raiz fresca. O teor de matéria seca apresentou efeito altamente significativo ($p < 0,01$) para as clones, independentemente das épocas de colheita e manejos. Os valores encontrados para análise de matéria seca nos clones de mandioca de mesa variaram de 34% (Amarelo I) a 39,40% (Neilton). Os teores de matéria seca, em média, não diferiram aos 8 e 10 meses, porém aos seis meses de idade as condições de sequeiro permitiram maior acúmulo de matéria seca (38,82%) em relação ao cultivo irrigado (35,37%). Para o teor de amido, houve interação significativa ($p < 0,05$) entre a época de colheita e os clones. Na colheita aos oito meses de idade, as raízes do cultivar Talo Branco apresentaram os menores teores de amido (22,94%) seguido do cultivar Branca com 24,20%. Para as demais épocas de colheita não houve diferença significativa entre as clones e os valores médios de matéria seca variaram entre 29,40% (Dourada) a 31,71% (Neilton) aos 6 meses de idade. Para os clones Dona Rosa e Gema de Ovo os máximos teores de amido das raízes (28,68% e 31,08%, respectivamente) foram obtidos aos 10 meses, indicando ser esta a época mais indicada para colheita destas clones sem prejuízos aos teores de matéria seca e amido. O menor tempo de cozimento observado foi aos 6 meses após o plantio (15 minutos) sendo que todos os genótipos apresentaram tempo de cozimento inferior a 30 minutos independentemente do manejo.

Palavras chaves: matéria seca, glicosídeos cianogênicos, déficit hídrico.

QUALITY OF ROOTS OF CLONES OF CASSAVA UNDER IRRIGATION AND RAIN-FED CONDITIONS

ABSTRACT: The objective of this work was to assess the effect of different soil water regimes and periods of harvest in the quality of sweet cassava tuberous root. The following treatments were evaluated: 10 cultivars of cassava, undergoing two soil water regimes (irrigation and rain-fed) and three periods of harvest. The average values of the levels of cyanide to 180 days after planting varied from 2.5 to 6.3 mg of HCN. kg⁻¹ of fresh root to 180 days. The content of dry matter showed highly significant effect ($p < 0.01$) for the cultivars, regardless of harvest times and managements. The values found for analysis of dry matter in cassava cultivars ranged from 34% (Amarelo I) 39.40% (Neilton). The values the kiln, on average, did not differ to 8 and 10 months, but at six months of age the dry conditions have allowed greater accumulation of dry matter (38.82%) in relation to the irrigated cultivation (35.37%). For the starch content, there was a significant interaction ($p < 0.05$) between the cultivars and harvest season. In the eight months of age, the roots of the Talo Branco showed the lowest levels of starch (22.94%) followed by the cultivar Branca with 24.20%. For all other sampling times there was no significant difference among the cultivars and the average dry matter values ranged from 29.40% (Dourada) 31.71% (Neilton) at 6 months of age. To Dona Rosa cultivars and Gema de Ovo maximum starch content of the roots (28.68% and 31.08%, respectively) were obtained for 10 months, indicating that this is the right time for harvesting of these cultivars without damage to the levels of dry matter and starch. The cooking time was observed to 6 months after planting (15 minutes) and all genotypes showed cooking time less than 30 minutes regardless of the management.

Key words: dry matter, cyanogenic glycosides, water deficit.

INTRODUÇÃO

A mandioca é um alimento com alto valor energético, cultivada em todo o Brasil com destaque para os estados do Pará, Paraná, Bahia e Maranhão. É uma planta rústica, com boa tolerância às condições de seca e solos de baixa fertilidade, motivo pelo qual é largamente produzida e consumida por pequenos agricultores familiares, constituindo a base de sua alimentação.

As variedades de mandioca bravas normalmente são destinadas para indústria de transformação (principalmente farinha e fécula). A mandioca mansa ou aipim, cujo conteúdo de ácido cianídrico (HCN) em suas raízes encontra-se abaixo de 100 mg kg⁻¹, se destina aos mercados e feiras livres, para consumo humano *in natura*, além de servirem também para alimentação animal.

A produção nacional destina-se, majoritariamente, ao mercado interno e cerca de 34% são destinados ao consumo humano (GAMEIRO e CARDOSO, 2003) na forma de produtos processados (farinha, gomas, bijus, tapiocas, etc), raízes frescas e indústrias de congelados (FURLANETO et al., 2006).

Na Bahia, terceiro maior estado produtor, a área plantada em 2012 foi de 247.952 mil hectares com uma produção de 2,64 milhões de toneladas, uma redução de 11,2% em relação à safra anterior (IBGE, 2012). O cultivo da mandioca nos Tabuleiros Costeiros é bastante expressivo, aproximadamente 2,4 milhões de hectares (EMBRAPA, 2003) e destaca-se como uma importante atividade sócio-econômica, geradora de emprego e renda nas áreas rurais, através dos processos de produção e industrialização.

De acordo com Fialho et al. (2002), na produção de mandioca de mesa, a irrigação permite o cultivo durante todo o ano, pelo escalonamento do plantio e, conseqüentemente, a oferta do produto *in natura* de boa qualidade para abastecer o mercado consumidor. Porém, ainda são poucos os estudos relacionados às respostas dessa cultura à irrigação. Além do alto custo de implantação da irrigação, que só se justifica pelo aumento da produtividade, obtenção de raízes com melhor qualidade (LOPES, 2006; CARABALLO e VELÁZQUEZ, 2000) e precocidade; com garantias de retorno do investimento.

Por outro lado, alguns resultados experimentais indicam que a cultura não responde positivamente a irrigações com alta freqüência. Guerra et al. (2005) verificaram maiores rendimentos nos tratamentos irrigados a maiores níveis de

tensão de água no solo. Nos tratamentos com maiores frequências de irrigação (35 e 60 kPa), os autores verificaram redução de produtividade e maior desenvolvimento da parte aérea. Desse modo, a aplicação de lâminas de água de 30 a 40 mm a cada 15 dias é geralmente suficiente para um desenvolvimento adequado da cultura da mandioca (LOPES, 2006). Sendo assim, irrigações com alta frequência associadas à alta disponibilidade de nitrogênio no solo, normalmente causam excessivo desenvolvimento da parte aérea e baixa produção de raízes.

A cultura não apresenta um período específico para a colheita, mas segundo Lorenzi (2003), a melhor época é aquela em que as plantas apresentam-se total ou parcialmente desfolhadas, antes do início de novas brotações. Normalmente, estes períodos coincidem com os meses de menor temperatura ou escassez de chuvas, condição em que a planta de mandioca atinge o máximo de produção de raízes, com elevado teor de amido. Além do alto teor de amido, cultivares de mandioca de mesa devem apresentar ciclo mais curto (8 a 12 meses), para manter a qualidade do produto final.

Segundo Lima Júnior et al. (2010), a concentração dos glicosídeos cianogênicos varia nas diferentes espécies de plantas, e numa mesma espécie, dependendo do clima e outras condições que influenciam o crescimento da planta, como adubação nitrogenada, deficiência de água e idade da planta, uma vez que diferenças podem ser vistas entre os estágios de desenvolvimento (LOPES, 2010). Porém, o componente genético é um dos principais fatores determinantes do HCN, e o que apresenta a maior estabilidade. Com isso é possível classificar as variedades de mandioca quanto à sua toxicidade (LORENZI e DIAS, 1993).

Em função do teor de HCN apresentado, Borges et al. (2002) classifica a mandioca em dois grupos. O grupo de variedades com teores de cianeto abaixo de 100 mg kg^{-1} de polpa são denominadas de mandioca mansa, de mesa, doce, aipim ou macaxeira. As variedades com concentrações de cianeto na raiz acima de 100 mg kg^{-1} de polpa são classificadas como bravas ou venenosas. Existe ainda outra classificação baseada em seu conteúdo cianogênico: inócua (menos que 50 mg kg^{-1} de raízes frescas), moderadamente venenosas (entre 50 e 100 mg kg^{-1} de raízes frescas) e perigosamente venenosas (acima de 100 mg kg^{-1} de raízes frescas) (OLIVEIRA, 2010).

A identificação dos teores de compostos cianogênicos potenciais em clones de mandioca é fator decisivo para sua recomendação para o consumo humano na forma de raízes frescas (BORGES et al., 2002) ou para a indústria de produtos minimamente processados, diminuindo os riscos de intoxicação dos consumidores. Oliveira et al. (2012) afirmam que a classificação da mandioca em mansa ou brava deve levar em consideração a época da colheita, uma vez que o teor de HCN em toda a planta decresce linearmente em função da idade.

Alves e Fukuda (1992), estudando o efeito de dois ecossistemas contrastantes sobre a toxicidade de variedades de mandioca, constataram que o ambiente semi-árido proporcionou um percentual de 88% de variedades com alta toxicidade, em relação ao trópico úmido (70%), provavelmente devido ao período prolongado de deficiência hídrica. Resultado oposto foi obtido por BOKANGA et al. (1994), que observaram redução nos teores de HCN em oito dos dez genótipos sob condições de déficit hídrico, comparados com condições irrigadas. Já em trabalho realizado no CIAT (1991) não constatou-se relações entre o teor de HCN e o estresse hídrico. Para Mezette et al. (2009), é muito importante que os clones de mandioca de mesa sejam avaliados nos diferentes locais, a fim de se estimar a estabilidade do teor de compostos cianogênicos.

Segundo Oliveira e Moraes (2009), a conhecida instabilidade na qualidade culinária das raízes de mandioca de mesa causa prejuízo na demanda do produto, uma vez que, dependendo da época do ano, existe uma incerteza em relação à qualidade do mesmo, limitando o consumo. Para contornar tal Problema, são necessários estudos que identifiquem variedades com elevada produtividade de raízes tuberosas e características agronômicas e tecnológicas adequadas, tais como cozimento rápido, boa qualidade de massa cozida e baixo teor de HCN (RIMOLDI et al., 2006).

Lorenzi (1994) classifica os fatores que influenciam o tempo de cozimento das raízes em intrínsecos, que referem as variações dentro e entre raízes da mesma planta e entre plantas da mesma cultivar; e extrínsecos, que estão relacionados à variação do genótipo, das condições ambientais e estado fisiológico da planta.

O principal componente do interior das células parenquimatosas das raízes de mandioca é o amido, e as modificações durante o cozimento que alteram a textura estão relacionadas com o amido e com as paredes celulares (PEREIRA e

BELÉIA, 2004). O amido, após a cocção, apresenta características texturais e estruturais próprias importantes na definição das características finais do produto cozido.

O teor de amido é considerado o principal indicador no pagamento da matéria-prima pelas feculares (ALVES et al., 2008). Não obstante, os métodos de determinação analítica de amido normalmente são difíceis e demorados, portanto o teor de amido em raízes frescas pode ser estimado em campo ou na indústria, de maneira indireta a partir do teor de matéria seca.

Vários autores têm utilizado o método da balança hidrostática descrito por Grossmann e Freitas (1950) para estimar o teor de matéria seca e amido contido nas raízes de mandioca (BARBOSA et al., 2007; CARDOSO JUNIOR et al., 2005; MENDONÇA et al., 2003; MOURA e COSTA, 2001; PEQUENO et al., 2007; RIMOLDI et al., 2006; SOUZA et al., 2010; TININI et al., 2009; VIDIGAL FILHO et al., 2000).

Os cultivares de mandioca de mesa são colhidos precocemente, por apresentarem suas raízes menos fibrosas e com melhores qualidades culinárias e sensoriais quando comparadas a colheitas realizadas com dois ciclos (PEREIRA et al., 1985). A influência da idade de colheita na qualidade das raízes tuberosas ocorre através do processo de lignificação, comum durante o amadurecimento da planta, e resulta em alteração da composição química com reflexos na textura do produto final. O acúmulo de lignina nos espaços interfibrilares da parede celular causa redução da elasticidade e aumenta a resistência à passagem de água, impedindo a gelatinização do amido (VILPOUX e CEREDA, 2003).

Durante o processamento hidrotérmico, o amido sofre gelatinização e aumento do volume dos grânulos pela absorção de água e que afetam os tecidos celulares (BUTARELO et al., 2004), sendo que uma boa gelatinização é fator característico do bom cozimento (VILPOUX e CEREDA, 2003). O ponto final do cozimento se dá quando, pela ação do calor de cocção, ocorre solubilização da pectina contida na lamela média e separação das células vegetais (BUTARELO et al., 2004).

A determinação do tempo de cozimento é um método expedito de avaliação indireta da qualidade culinária, que reduz o custo e a complexidade do processo de avaliação quando se tem grande número de amostras (LORENZI, 1994).

Considerando que a irrigação pode reduzir o ciclo da cultura e garantir fornecimento contínuo do produto pelo escalonamento da produção, o objetivo deste trabalho foi estudar a qualidade das raízes de clones de mandioca mansa cultivada sob condições irrigadas e de sequeiro em diferentes épocas de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado em setembro de 2011, no campo experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizado no município de Cruz das Almas, Recôncavo Baiano, a 12°40'39" de latitude Sul e 39°06'23" de longitude Oeste, a uma altitude de 226 m. O município apresenta precipitação média anual de 1.200 mm e umidade relativa e temperatura média anuais de 80% e 24 °C, respectivamente (BORGES et al. 2002).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Amarelo distrófico típico, textura franco argilo-arenosa, a moderado, caulínítico, hipoférrico, declive 0 a 3% (Souza e Souza, 2001), apresentando os seguintes resultados de acordo com a análise química da amostra de solo coletada na área experimental (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental. Cruz das Almas - BA, 2012.

Prof.	<i>pH</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>Ca+Mg</i>	<i>Al</i>	<i>Na</i>	<i>H+Al</i>	<i>SB</i>	<i>CTC</i>	<i>V</i>	<i>M₂O</i>
	Água	mg/dm ³					cmolc/dm ³					%	g/kg
0-20	6,5	40	0,27	2,1	1,3	3,4	0,0	0,02	0,88	3,69	4,57	81	10,55
20-40	6,6	38	0,24	2,0	1,3	3,3	0,0	0,03	1,10	3,57	4,67	76	10,24

O preparo da área constou de uma escarificação e, em seguida, foram abertos os sulcos, com sulcador mecânico, espaçados a cada um metro. O plantio foi realizado com manivas de 0,20 m de comprimento obtidas do terço médio de plantas sadias e distribuídas a cada 0,80 m dentro do sulco. Não foram realizadas calagem e adubação, segundo análise química do solo (Tabela 1).

Utilizou-se o método da irrigação localizada com gotejadores autocompensados da AGROJET modelo GA-4, com vazão nominal de 4 L.h⁻¹ e pressão de trabalho de 8 m.c.a.. Nas linhas laterais os emissores foram espaçados a cada 0,40 m. O manejo da irrigação foi com base na evapotranspiração da cultura e reposição de 100% da lâmina d'água. A irrigação foi mantida até os 92 dias de cultivo nas parcelas de sequeiro para garantir as mesmas condições iniciais para o brotamento e enraizamento das manivas.

O monitoramento da umidade do solo foi feito pelo método da *Reflectometria no Domínio da Frequência* (FDR), com tubos de acesso instalados até 0,50 metros de profundidade, sendo as leituras realizadas através do aparelho Diviner 2000®.

O manejo da irrigação foi feito com base na evapotranspiração da cultura (ETc), obtida através da equação 1:

$$ETc = Kc \times ETo \times Kc \quad (1)$$

sendo:

Kc - o coeficiente de cultivo ;

ETo - a evapotranspiração de referência;

Kr - o coeficiente de redução.

Os coeficientes da cultura (Kc) utilizados variaram de acordo com a fase fenológica da planta, conforme Coelho Filho et al. (2010). A ETo foi determinada pelo método de Penman-Monteith FAO (ALLEN et al., 1998), por meio dos dados meteorológicos fornecidos pela estação meteorológica. O Kr foi calculado por meio da metodologia proposta por Freeman e Garzoli citado por Vermeiren e Jobling (1997) para cultivos adensados. O Kr foi determinado por meio da equação 2:

$$Kr = IC + 0,5 \times (1 - IC) \quad (2)$$

Sendo:

Kr - o coeficiente de redução da evapotranspiração e IC é o índice de cobertura da cultura de mandioca. Com os valores médios dos diâmetros das copas (D), foi determinado, para todas as culturas, os índices de cobertura (IC), que expressam a fração da superfície do solo sombreada pela planta, dados pela relação de área da copa dividido pelo espaçamento entre linha x espaçamento entre filas.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 10 x 2, sendo 10 clones e duas condições de manejo (irrigado e sequeiro), com avaliações em três épocas de colheita (seis, oito e dez meses). Nas parcelas foram dispostas as condições de manejo. Cada parcela foi composta por dez subparcelas, onde foram distribuídos os clones de mandioca de mesa (Tabela 2). As subparcelas eram constituídas por três fileiras com 21 plantas cada e área útil representada pela fileira interna com três grupos de quatro plantas subjacentes, conforme esquema da Figura 1.

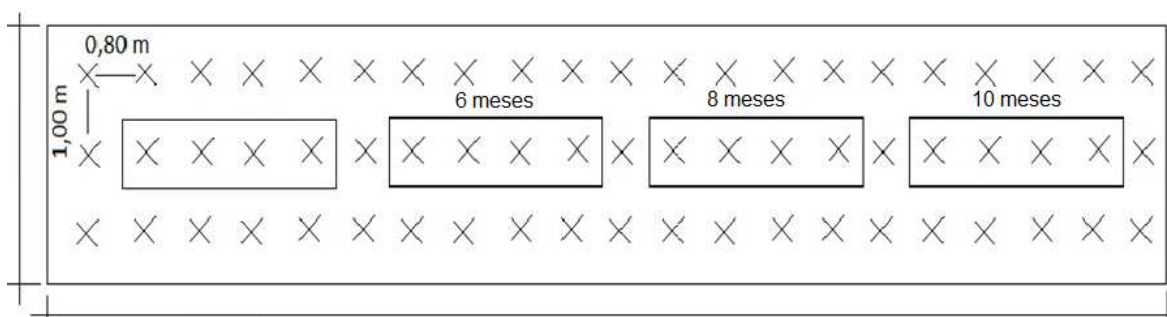


Figura 1. Detalhe da subparcela.

Os dados foram submetidos à análise de variância, as médias das clones foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, as médias das condições de manejo foram comparadas pelo teste de F e as médias das épocas foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Foram avaliados os seguintes parâmetros:

Teor de compostos cianogênicos: determinado pelo método descrito por Essers (1994), o qual consiste na extração dos compostos cianogênicos e

posterior reação com cloramina T e isonicotinato 1,3-dimetilbarbiturato e determinação espectrofométrica a 605 nm.

Teor de matéria seca (TMS) e o teor de amido (TAM), foram obtidos através das equações 3 e 4, respectivamente.

$$\text{TMS (\%)} = 15,75 + 0,0564 \times R \quad (3)$$

$$\text{TAM (\%)} = \text{TMS} - 4,65 \quad (4)$$

Sendo:

R - o peso específico de 3 kg de raiz, obtido por pesagem em água na balança hidrostática (GROSSMANN e FREITAS, 1950).

Matéria seca (MS): utilizando a técnica de secagem em estufa com ventilação de ar forçado (OLIVEIRA, 2010).

Tempo de cozimento: contabilizado do momento em que os toletes foram postos em água fervente até o momento do cozimento, detectado por meio da ausência de resistência da raiz à penetração de um garfo.

Tabela 2. Descritores morfológicos mínimos dos cultivos de mandioca de mesa. Cruz das Almas-BA, 2012.

Clones	Raiz			Parte Aérea				Procedência
	Forma	Cor da película	Cor da polpa	Cor do pecíolo	Forma do lóbulo	Cor do caule	Porte	
Amarelo I	cônica-cilindrica	marrom-escuro	amarelo	vermelho	reta ou linear	marrom-claro	ereto ou linear	---
Branca	cilíndricas	marrom-escuro	branco	verde-avermelhado	elíptico-lanceolado	prateado	dicotômico	EMAPA
Dona Rosa	cilíndricas	marrom-escuro	branco	vermelho	Lanceolado	marrom	esgalhado	Paraíba
BRS Dourada	cônica-cilindrica	marrom-claro	amarelo	vermelho-esverdeado	Lanceolado	dourado	---	CNPMF
Eucalipto	cilíndricas	marrom-escuro	amarelo	Roxo	oblongo-lanceolado	prateado	ereto	EAUFBA
BRS G. de Ovo	cilíndricas	marrom-claro	amarelo	vermelho arroxeado	elíptico-lanceolado	prateado	esgalhado	CNPMF
Imbé	cilíndricas	marrom-claro	branco	Roxo	linear pandurada	prateado	dicotômico	---
Neilton	cilíndricas	marrom-escuro	branco	Roxo	elíptico-lanceolado	prateado	tetracotômico	RN
Saracura	cilíndricas	marrom-escuro	branco	vermelho	oblongo lanceolada	marrom-escuro	ereto	IPEACS
Talo Branco	cilíndricas	marrom-escuro	branco	verde-avermelhado	elíptico-lanceolado	Prateado	ereto	---

Amostragem e preparo das amostras

As raízes foram colhidas aos seis, oito e dez meses após o plantio, durante os períodos de 09/04 a 13/04; 31 /05 a 06/06 e 06/08 a 10/08, respectivamente. Para cada repetição colheu-se todas as raízes de quatro plantas por cultivar de mandioca de mesa. As raízes foram misturadas e lavadas, e coletou-se aleatoriamente uma subamostra de quatro a cinco raízes representativas da média do lote. As raízes selecionadas foram cortadas no sentido transversal em toletes de cerca de 5 cm, descascadas e divididas em quatro partes. Os lados opostos foram separados par a par, e cada um deles utilizados nas análises de compostos cianogênicos e teor de matéria seca por aquecimento em estufa. O restante das raízes foi utilizado para determinação de matéria seca pelo método da balança hidrostática.

Preparação dos extratos e determinação do cianeto potencial

Os lados oposto separados na etapa da amostragem foram picados em cerca de 1 cm³ utilizando faca, homogeneizados em um recipiente grande e em seguida pesou-se ~ 60 g dos cubos que foram transferidos para o liquidificador e homogeneizados com 200 ml de meio de extração gelado durante um minuto em velocidade alta. Após esse tempo, o conteúdo repousou por um minuto e foi homogeneizado por mais um minuto. O homogeneizado foi centrifugado a 8500 rpm a 4 °C, durante meia hora. Após esse tempo, o sobrenadante foi transferido para tubo de ensaio e armazenado sob refrigeração.

Foram separados dois tubos de ensaios para o branco e três para cada extrato a ser analisado. Aos extratos foram adicionados 0,4 mL do tampão fosfato pH 7,0 em todos os tubos, inclusive no branco. No tubo branco foram adicionados 0,1 mL do meio de extração e nos tubos das amostras 0,1 mL de seus respectivos extratos. Em todos os tubos foram adicionados 0,1 mL de enzima linamarase diluída em tampão fosfato pH 6,0. Os tubos foram homogeneizados e incubados em banho-maria a 30°C por 15 minutos. Em seguida adicionou-se 0,6 mL de NaOH 0,2 M aos tubos e agitou-se no vórtex. Após cinco minutos em temperatura ambiente adicionou-se 2,8 mL de solução tampão fosfato pH 6,0 e 0,1 mL de cloramina T. Posteriormente, os tubos foram homogeneizados e

esperou-se cinco minutos quando então adicionou-se 0,6 mL do reagente isonicotinato 1,3-dimetilbarbiturato, homogeneizados e depois de 10 minutos, os extratos foram lidos em espectrofotômetro, com absorvância a 605 nm.

Para quantificar o teor de cianeto das amostras, foi preparada uma curva de calibração com cianeto de potássio (KCN) (Figura 2), em duplicata, com diferentes concentrações de cianeto, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Curva de calibração para determinação do cianeto potencial contido nas raízes de mandioca de mesa.

	Branco	Tubo 0,5	Tubo 1,0	Tubo 1,5	Tubo 2,0	Tubo 2,5	Tubo 3,0
Solução padrão de KCN 1 µg mL ⁻¹	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Solução tampão fosfato 0,1 M pH 6,0 (mL)	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Solução cloramina T (mL) Aguardar 5 minutos	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Isonicotinato/dimetilbarbiturato (mL) Aguardar 10 minutos	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Ler em absorvância 605 nm
Oliveira (2010).



Figura 2. Curva de calibração com cianeto de potássio para determinação do cianeto potencial contido nas raízes de mandioca de mesa. Cruz das Almas – BA, 2012.

Matéria seca

Os lados opostos separados na etapa da amostragem foram picados em cerca de 1 cm³ utilizando faca, e triturados no multiprocessador. Depois, a massa foi homogeneizada em um recipiente grande e triturada novamente com um mixer, até a formação de uma pasta homogênea. Em seguida pesou-se ~ 60 g da massa em placa de petri (massa da amostra pesada), previamente identificada e pesada em balança analítica (MP vazia). As amostras foram levadas para secar em estufa por 72 horas. Após esse tempo as amostras foram novamente pesadas (MP amostra seca) e calculou-se o teor de umidade contido nas amostras empregando a equação 5. O teor de matéria seca foi calculado por diferença.

$$\text{Umidade (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{MP amostra seca} - \text{MP vazia}}{\text{Massa da amostra pesada}} \right) \quad (5)$$

Teor de amido

Para determinação do teor de amido, as raízes foram homogeneizadas, e destas selecionou-se uma amostra representativa do lote. As raízes foram lavadas em água corrente e colocadas para secar à sombra. Em seguida, retirou-se as partes lenhosas e pesou-se 3 kg de raízes no ar e em água na balança hidrostática para obtenção da matéria seca e do teor de amido, conforme metodologia preconizada por Grossmam e Freitas (1950).

Tempo de cozimento e qualidade da massa cozida

Para determinação do tempo de cocção, toletes de cerca de 5 cm, retirados do terço médio de três raízes de cada cultivar, foram colocados em 1 L de água em ebulição. O ponto final de cozimento foi determinado por meio empírico, através da análise visual (cor e aparência dos tecidos) e textura, quando o material não apresentasse resistência à perfuração por garfo. O tempo de cozimento foi determinado para cada um dos três pedaços de raiz que, após cozidos, foram colocados em um prato, previamente identificado, para avaliação

dos seguintes parâmetros: cor da polpa, sabor, textura, fibra e consistência da polpa.

De acordo com Lorenzi (1994), a composição da polpa da raiz pode variar tanto no sentido radial, quanto no longitudinal. O autor, ao realizar a determinação do tempo de cozimento medido em três partes da raiz (base, meio, e ponta) observou gradiente crescente e significativo para essa característica. Portanto, ao avaliar o tempo de cozimento do terço médio das raízes, espera-se obter um valor médio mais representativo.

Após o cozimento, os toletes foram avaliados segundo o grau de textura (macia ou amilácea), consistência (plástica ou pegajosa), cor (branca, creme ou amarela), sabor (característico, amargo ou insípido) e presença ou não de fibras. Quanto às fibras, as raízes foram classificadas depois de amassar a polpa cozida para observar se havia resistência ao amassamento.

A textura foi classificada como amilácea (alto teor de amido) quando a massa cozida apresentava-se opaca, e macia, quando apresentava pouca resistência à mastigação.

A consistência da polpa cozida foi classificada como plástica (desejável) ou pegajosa, amassando-se um pedaço de mandioca cozida energeticamente com um garfo, durante 20 vezes consecutivas, e depois amassando mais 20 vezes sob pressão dos dedos contra a palma da mão. Ainda na palma de ambas as mãos, modelou-se a massa obtida, na forma de um biscoito. A massa era classificada como plástica se permitisse facilmente a modelação em forma de biscoito, e como pegajosa em caso contrário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 estão apresentados os valores de precipitação pluvial, umidade relativa do ar e temperatura média do ar, observados durante o período experimental.

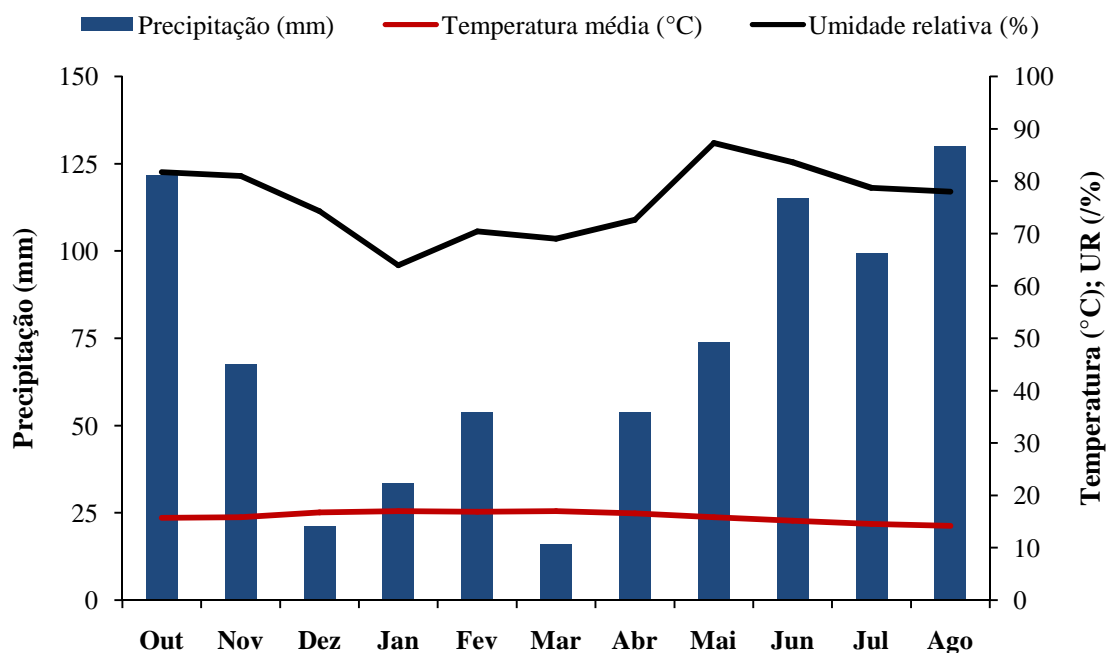


Figura 3. Médias mensais de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar no período de outubro de 2011 a setembro de 2012. Cruz das Almas – BA, 2012.

O período compreendido entre dezembro de 2011 e maio de 2012 (Figura 4) mostra que houve claro déficit hídrico no solo durante a fase de crescimento vegetativo mais intenso da mandioca, quando ocorrem as maiores taxas de crescimento das folhas e ramos. Esse período seco, além de coincidir com o período crítico para o déficit hídrico da cultura (1 ao 5 meses após o plantio), se estendeu até o sétimo mês, anterior à segunda época de colheita.

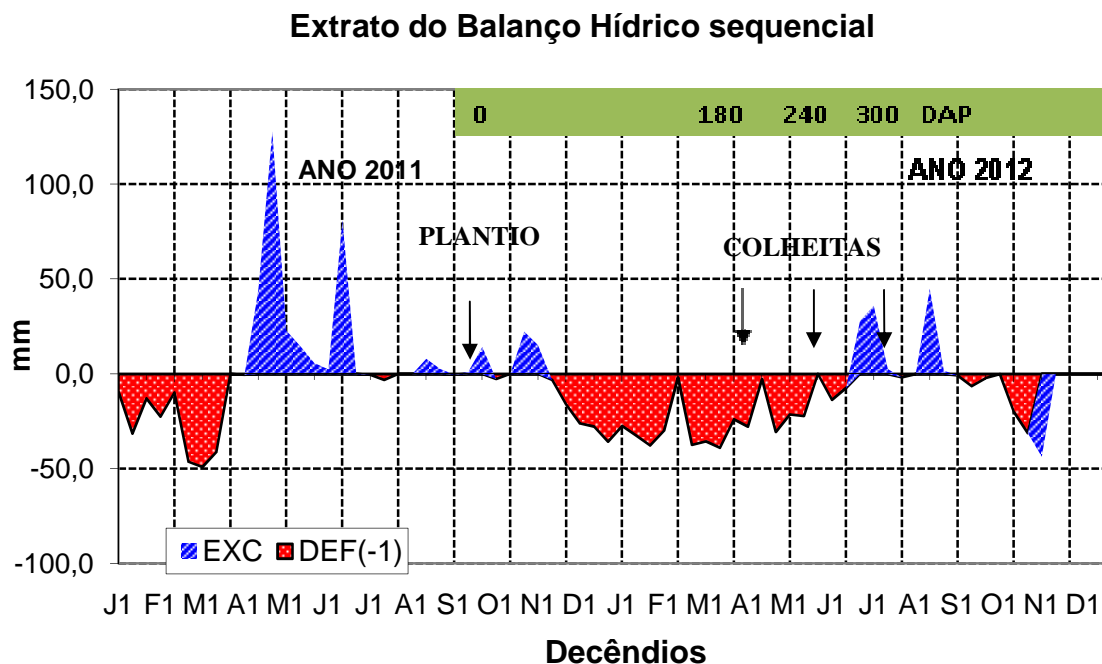


Figura 4. Representação do balanço hídrico sequencial mensal para Cruz das Almas dos anos de 2011 e 2012. Dias Após o Plantio (DAP).

Na Figura 5 são apresentados os dados da percentagem de água disponível no solo (PAD) e a evapotranspiração da cultura (ET_c) ao longo do ciclo da cultura da mandioca. A percentagem de água disponível à planta foi reduzida abaixo dos 20% entre os 90 e 210 dias após o plantio no tratamento de sequeiro, coincidindo com o período de maior demanda hídrica da cultura, como mostram os valores de ET_c e ET_0 (Figura 5). A PAD foi maior no início e no final do ciclo, em razão do período chuvoso na região (Figura 3), enquanto a PAD mínima observada foi 60% para a condição irrigada e 0% na condição de sequeiro.

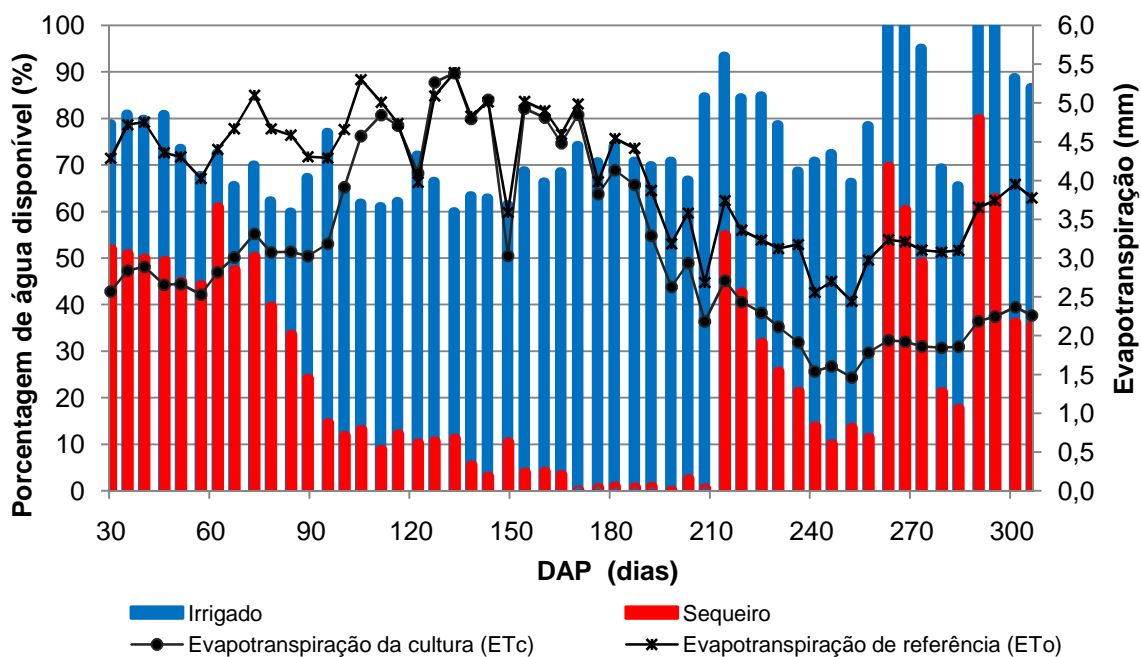


Figura 5: Porcentagem de água disponível (PAD), evapotranspiração da cultura (ETc) e evapotranspiração de referência (ETo) ao longo do ciclo da cultura em dias após o plantio (DAP) para os tratamentos com irrigação e sequeiro, Cruz das Almas – BA.

Os resultados da análise de variância revelaram a existência de diferenças significativas entre variedades para a massa seca determinada diretamente MSD ($p < 0,01$) e tempo de cozimento TC ($p < 0,01$). Houve efeito significativo da fonte de variação manejo apenas para tempo de cozimento. Foi detectada também existência de interação significativa entre os clones e o manejo para TC ($p < 0,01$) e entre clones e as épocas para a variável teor de amido (TAM) ($p < 0,05$). A fonte de variação época foi não significativa apenas para MSD. Para a interação entre épocas e manejos só houve significância ($p < 0,01$) para MSD (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises de variância e dos coeficientes de variação para as características matéria seca pelo método de secagem em estufa (MS), teor de amido (TAM) e tempo de cozimento (TC). Cruz das Almas - BA, 2012.

Fonte de Variação	Quadrados Médios		
	MS	TAM	TC
Bloco	35,0066 ^{ns}	22,1114 ^{ns}	12,9231 ^{ns}
Genótipo	53,7820 ^{**}	7,2382 ^{ns}	43,4661 ^{**}
Manejo	23,8680 ^{ns}	14,5553 ^{ns}	45,1694 ^{**}
Genótipo x Manejo	13,1074 ^{ns}	9,583 ^{ns}	11,5750 [*]
Erro a	12,3844 ^{ns}	8,0988 ^{ns}	5,1052 ^{ns}
Época	382,9890 ^{ns}	68,8281 [*]	53,4674 [*]
Erro b	30,8929 ^{ns}	6,2346 ^{ns}	7,3092 ^{ns}
Época x Genótipo	5,3065 ^{ns}	7,2724 [*]	8,0454 ^{ns}
Época x Manejo	86,3772 ^{**}	10,6224 ^{ns}	14,4272 ^{ns}
Época x Genótipo x Manejo	9,5278 ^{ns}	6,7903 ^{ns}	7,8668 ^{ns}
Erro c	8,9150 ^{ns}	3,8562 ^{ns}	4,7052 ^{ns}
C.V.(%)	8,08	7,56	12,27
MÉDIAS	36,95	26,7	17,67

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Significativo a 1% de erro pelo teste F.

Teor de matéria seca e amido das raízes

Os valores encontrados para análise de matéria seca obtidos nos clones de mandioca de mesa estudados variaram de 34% (Amarelo I) a 39,40% (Neilton). Considerando que, em média, 85% da matéria seca contida nas raízes de mandioca são referentes ao amido, pode-se afirmar que todas os clones apresentaram, nas condições locais, teores de amido igual ou superior a 30%.

As médias dos clones Neilton, Talo Branco, Eucalipto, BRS Gema de Ovo, Dona Rosa e Branca não diferiram estatisticamente entre si, sendo superiores as demais pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (Figura 6).

A percentagem de matéria seca nas raízes tuberosas é uma característica muito importante, uma vez que determina o maior ou menor valor pago pelas indústrias aos produtores, na comercialização, sendo desejável que as cultivares mais produtivas seja também aquelas com os maiores teores de matéria seca, maximizando assim o rendimento. Nesse sentido, a cultivar Neilton que apresenta elevada produtividade de raízes comerciais (ROCHA, 2013), também se destaca pela maior percentagem de matéria seca nas raízes e precocidade em dois anos de cultivos consecutivos (2010/2011 e 2011/2012).

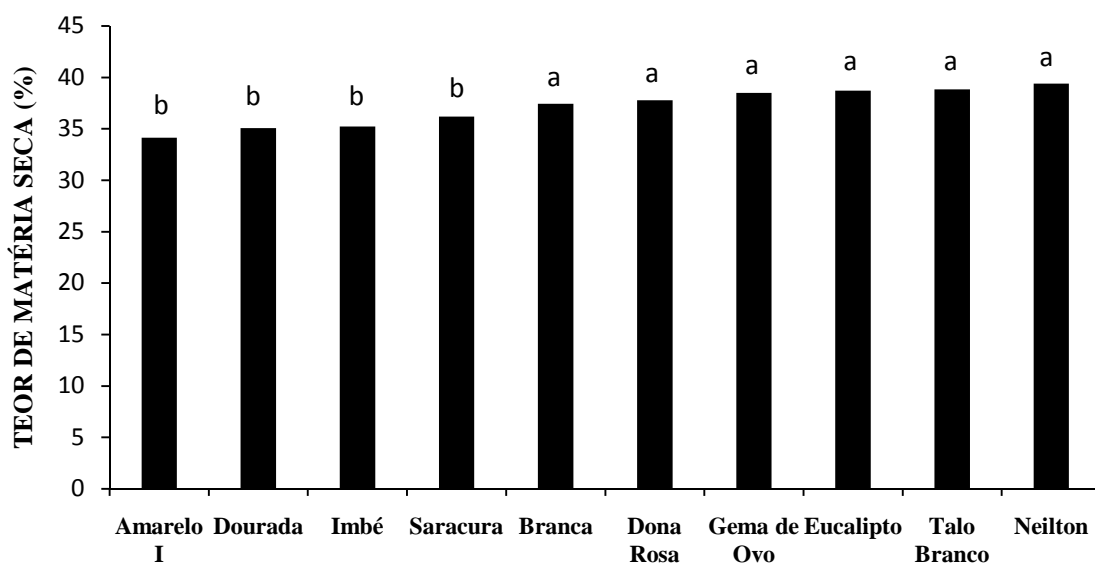


Figura 5. Valores médios dos teores de matéria seca (MS) das raízes de mandioca de mesa obtidos por secagem em estufa. Cruz das Almas - BA, 2012. Médias seguidas de letras iguais pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

O desdobramento do fator épocas dentro das condições de manejo (Tabela 5) permite verificar que os valores de MS, em média, não diferiram aos 8 e 10 meses, porém aos seis meses de idade as condições de sequeiro permitiram maior acúmulo de matéria seca (38,82%) em relação ao cultivo irrigado (35,37%) quando, pelas condições de baixa disponibilidade de água no solo (Figura 5), as plantas encontravam-se na fase de repouso vegetativo e com o máximo acúmulo de fotoassimilados nas raízes tuberosas.

No presente estudo, para as plantas irrigadas, o efeito da maior disponibilidade hídrica em relação ao cultivo em sequeiro não foi evidenciado, em razão do direcionamento de carboidratos da raiz para a parte aérea das plantas, assim, o crescimento vegetativo ocorreu em detrimento do consumo do material de reserva das raízes, resultando na queda dos teores. Souza et al. (2010) verificaram que a maximização do acúmulo de matéria seca e amido nas raízes não está relacionada às plantas submetidas a irrigação durante todo o ciclo, mas somente às mantidas sob irrigação parcial. Já Lopes et al. (2010), verificaram maior percentagem de amido em raízes de plantas irrigadas em relação às

cultivadas em sequeiro, somente quando a colheita foi realizada aos 16 e 18 meses após o plantio.

O menor valor de MS ocorrido aos oito meses (33,88%) para o cultivo em sequeiro foi condicionado pela retomada do crescimento vegetativo, favorecida pelo aumento da precipitação pluviométrica ocorrida no período de avaliação (final de maio/início de junho) (Figura 3).

Tabela 5. Valores médios do teor de matéria seca de raízes tuberosas determinados por secagem em estufa (MS). Cruz das Almas- BA, 2012.

MANEJO	MS (%)			
	6 meses	8 meses	10 meses	Médias
IRRIGADO	35,37Bb	35,16Ab	40,46Aa	37,00
SEQUEIRO	38,82Aa	33,88Ab	39,06Aa	37,25
Médias	37,10	34,52	39,76	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No desdobramento dos cultivares dentro das épocas é possível observar que aos oito meses de idade, as raízes do cultivar Talo Branco apresentaram o menor teor de amido (22,94%), seguido do cultivar Branca com 24,20% de amido (Tabela 6). Para as demais épocas de colheita não houve diferença significativa entre as clones e os valores médios de matéria seca variaram entre 29,40% (Dourada) a 31,71% (Neilton) aos 6 meses de idade. Na colheita aos 10 meses esses valores foram de 31,10% de matéria seca e 26,45% de amido para o clone Branca e 35,73% e 31,08% para Gema de Ovo (Tabela 6).

Estudando o efeito das épocas de colheita para os clones observa-se que para Amarelo I, Branca, Eucalipto, Imbé, Neilton e Saracura não há diferença estatística entre os teores de amido em função da idade de colheita. Este resultado é extremamente relevante para os clones Imbé e Neilton que apresentaram considerável produtividade comercial aos seis meses após o plantio, 19,73 e 16,95 t.ha⁻¹, respectivamente (ROCHA, 2013). Para os clones Dona Rosa e Gema de Ovo os máximos teores de amido das raízes (28,68% e 31,08%, respectivamente) foram obtidos aos 10 meses, indicando ser esta a época mais indicada para colheita destes clones sem prejuízos aos teores de matéria seca e amido.

Tabela 6. Valores médios dos teores de amido (TAM) de raízes tuberosas, estimados a partir do peso específico. Cruz das Almas - BA, 2012.

CLONES	IDADE DE COLHEITA			
	6 meses	8 meses	10 meses	Médias
	TAM (%)	TAM(%)	TAM (%)	TAM (%)
Amarelo I	26,57Aa	26,77Aa	28,64Aa	27,33
Branca	26,29Aa	24,2Ba	26,45Aa	25,65
Dona Rosa	25,33Ab	27,19Aab	28,68Aa	27,07
Dourada	24,75Ab	28,01Aa	28,13Aa	26,96
Eucalipto	25,45Aa	26,33Aa	28,41Aa	26,73
G. de Ovo	24,96Ab	26,76Ab	31,08Aa	27,6
Imbé	25,65Aa	26,49Aa	26,69Aa	26,28
Neilton	27,06Aa	26,14Aa	28,25Aa	27,15
Saracura	25,21Aa	25,38Aa	27,37Aa	25,99
T. Branco	26,62Aa	22,94Bb	27,00Aa	25,52
Médias	25,79	26,02	28,07	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Borges et al. (2002), avaliando variedades de mandioca em Cruz das Almas, Bahia, verificaram que o teor de amido variou de acordo com as variedades, épocas de colheita e anos agrícolas. Butarello et al. (2004) observaram uma redução na quantidade de amido em duas variedades de mandioca de mesa, com o aumento da idade de colheita. Para o presente estudo tal redução não foi clara, somente sendo observada parcialmente para o clone Talo Branco aos oito meses, voltando a aumentar aos 10 meses após o plantio.

Tempo de cozimento e qualidade da massa cozida

O tempo de cozimento é uma característica crucial na seleção de cultivares para fins culinários, tanto pelo gasto de energia, como principalmente por estar correlacionada com o padrão de massa gerada, ou seja, as cultivares com menor tempo de cozimento tendem a gerar melhor padrão de massa cozida (Lorenzi, 1994). Existem variações acentuadas nos tempos de cocção de raízes de mandioca até mesmo entre raízes de uma mesma cultivar, que são atribuídas a fatores genéticos, idade da planta, época de colheita, clima, solo e

local de cultivo (WHEATLEY e GÓMEZ, 1985), gerando inconsistências em relação ao tempo de cozimento com a qualidade da massa cozida.

Pereira et al. (1985) qualificam a mandioca segundo o tempo gasto para cozimento em: cozimento ótimo: de 0 a 10 minutos; cozimento bom: de 11 a 20 minutos; cozimento regular: de 21 a 30 minutos e cozimento ruim: acima de 30 minutos.

Todos os cultivares avaliados apresentaram cozimento em tempo inferior a 30 minutos, independentemente do manejo, valor tido como satisfatório para clones de mandioca de mesa. As médias de tempo de cozimento (Tabela 7) variaram de 14,00 (Dona Rosa) a 21,88 minutos (Dourada), para condição irrigada sendo este o maior tempo médio observado, e de 15 minutos (Gema de Ovo e Talo Branco) a 20,75 minutos (Saracura) para plantas em condições de sequeiro.

Entre os clones avaliados, para a condição irrigada, o cultivar Dona Rosa, em média apresentou o menor tempo para cocção (14 minutos) seguido do cultivar Branca (15 minutos) diferindo dos demais. Os maiores tempos médios de cozimento foram dos aipins Dourada e Saracura que foram classificados como de cozimento regular (PEREIRA et al., 1985). As demais tiveram bom tempo de cozimento sob irrigação.

Em média os clones sob irrigação tiveram maior tempo de cocção (18 minutos), comparado ao sequeiro (17 minutos), exceto para o clone Eucalipto que não diferiu entre irrigado e sequeiro e para os clones Branca e Dona Rosa onde o tempo médio de cozimento foi maior em sequeiro. Uma hipótese levantada é a de que com maior quantidade de água no solo, as células das raízes tuberosas apresentam um potencial osmótico menor em seu interior, o que dificultaria a entrada de água nas mesmas durante o processo de cozimento (OLIVEIRA e MORAES, 2009), os quais recomendam ainda que o produtor realize um monitoramento da pluviosidade durante os dez dias anteriores à colheita e que não realize a colheita quando o somatório pluviométrico for superior a 100 mm. Por outro lado, Guerra et al (2003) estudando a cultivar de mesa Pioneira, não verificaram efeito das tensões de água no solo no tempo de cozimento das raízes.

Tabela 7. Valores médios dos tempos de cozimento, em minutos, de raízes tuberosas de aipins. Cruz das Almas- BA, 2012.

CULTIVAR	MANEJO		
	Irrigado	Sequeiro	Médias
	(min.)	(min.)	(min.)
Amarelo I	16,50Bb	15,50Aa	16,00b
Branca	15,00Aa	16,14Bb	15,57 ^a
Dona Rosa	14,00Aa	16,17Bb	15,08 ^a
Dourada	21,88Db	19,17Da	20,52e
Eucalipto	18,00Ba	18,17Ca	18,08d
G. de Ovo	17,56Bb	15,00Aa	16,28b
Imbé	18,22Bb	16,57Ba	17,39c
Neilton	19,55Cb	16,86Ba	18,20d
Saracura	21,56Db	20,75Ea	21,15e
Talo Branco	16,88Bb	15,00Aa	15,94b
Médias	18,00b	17,00a	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A qualidade culinária, expressa pelo tempo de cozimento, foi significativa para as épocas de colheita, indicando a influência da composição química da raiz e das condições ambientais no comportamento das variedades. Os dados obtidos do tempo de cozimento médio das raízes podem ser observados em função das épocas na Figura 6. Na colheita realizada aos 180 DAP o tempo médio de cozimento foi de 15,84 minutos que diferiu dos oito (18,92 minutos) e dez (17,54 minutos) meses após plantio. O menor tempo verificado aos seis meses pode estar relacionado ao menor teor de fibras contido nas raízes, uma vez que o acúmulo de lignina nos espaços interfibrilares da parede celular, com o aumento da idade das plantas, causa redução da elasticidade e aumenta a resistência à passagem de água (VILPOUX e CEREDA, 2003).

O maior tempo médio de cozimento observado foi aos oito meses de idade, quando as raízes possuíam teor médio de matéria seca menor (Tabela 5) que nos meses de melhor cozimento, e depois da retomada do crescimento vegetativo. Confirmando a hipótese de que quanto maior a umidade das raízes maior o tempo necessário para o cozimento. Oliveira e Moraes (2009), afirmam que isso ocorre devido ao fato de que, com maior umidade no solo, as raízes absorvem mais água e reduzem seu potencial hídrico, fazendo com que durante o processo de

coção a absorção de água seja menor, dificultando assim a gelatinização do amido.

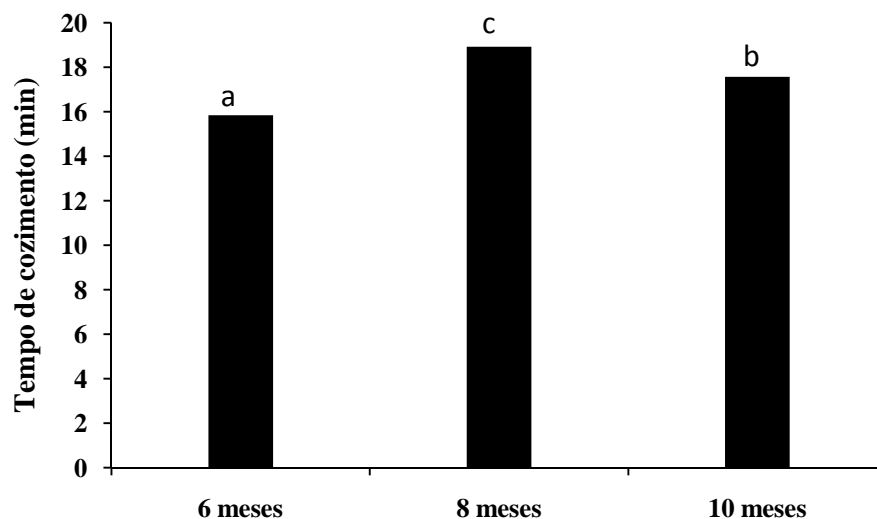


Figura 6. Tempo de cozimento médio (TC) das raízes de mandioca de mesa em função das épocas de colheita. Cruz das Almas - BA, 2012.

Todos os clones de mandioca de mesa apresentaram sabor característico e consistência plástica em todas as épocas de colheita nas duas condições de manejo. Os aipins Eucalipto, Amarelo I, Gema de Ovo e Dourada tem polpa de coloração amarela. Os clones Imbé, Talo Branco, Neilton e Branca apresentaram polpa de cor branca e Dona Rosa e Saracura polpa de coloração creme.

Quanto ao teor de fibras, os clones Branca e Saracura foram classificadas como muito fibrosas, exceto na colheita aos oito meses sob irrigação para a Branca, e aos dez meses para a Saracura, onde o teor de fibras observado foi menor para as três repetições nas duas condições de cultivo. O mandioca de mesa Dona Rosa apresentou-se com grande quantidade de fibras. Para cultivar Neilton o maior teor de fibras foi verificado para o cultivo em sequeiro apenas, destacando-se como um cultivar com ótimas qualidades culinárias sob irrigação.

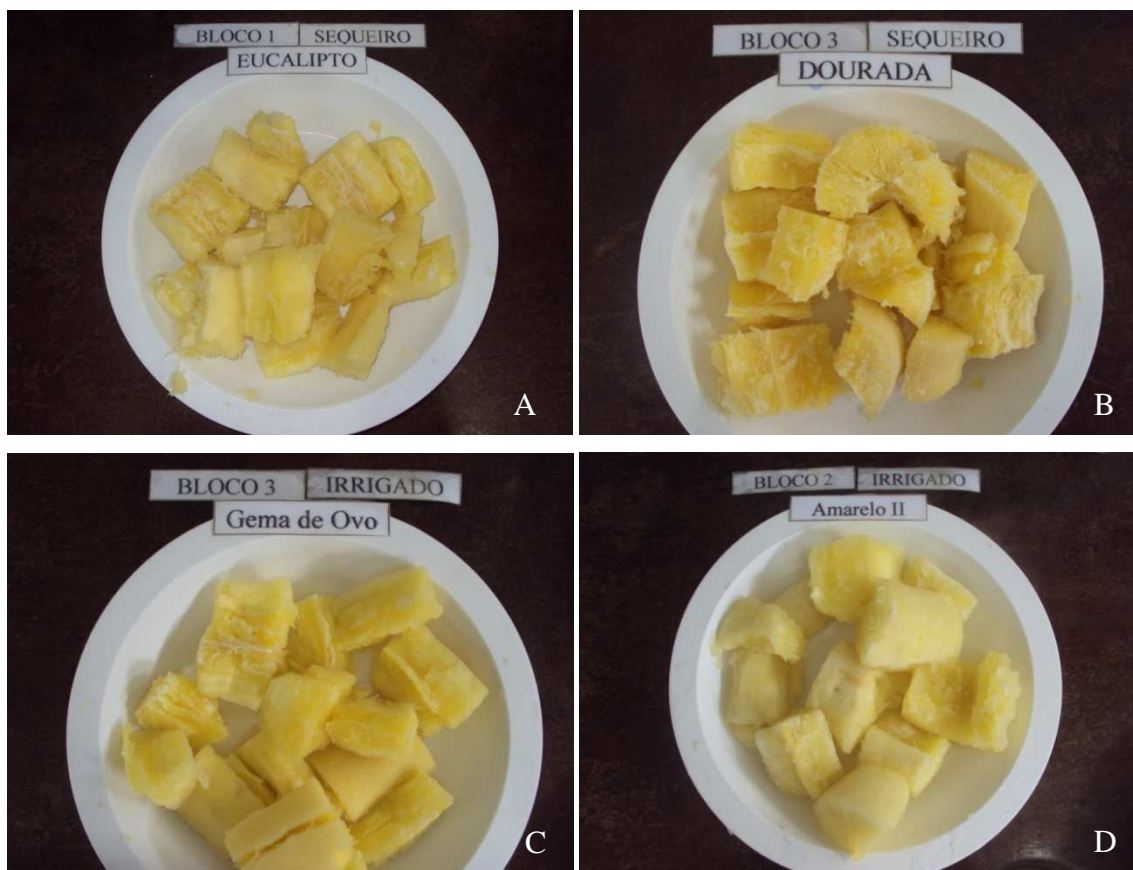


Figura 7. Polpa cozida de raízes de mandioca de mesa (A- Eucalipto; B- BRS Dourada; C- BRS Gema de Ovo e D- Amarelo II). Cruz das Almas – BA, 2012.

Os clones Imbé e Eucalipto foram os genótipos que apresentaram polpa menos fibrosa em todas as épocas de avaliação. A quantidade de fibras dos clones Gema de Ovo e Talo Branco foi considerada mediana. Uma característica observada no cultivar Dourada e que a desclassifica para o consumo *in natura* foi a observação da desuniformidade do cozimento no sentido radial, com maior resistência ao cozimento da região central da raiz, e também muito fibroso, apesar do sabor levemente adocicado.

A relação entre tempo de cozimento e qualidade da massa cozida foi verificada apenas para as variedades Dourada e Saracura que apresentaram os maiores tempos de cocção e também massa cozida de qualidade inferior devido a grande quantidade de fibras presente na polpa das raízes e ao cozimento irregular no caso da Dourada. Por outro lado, os clones Dona Rosa, Gema de Ovo e Talo Branco que apresentaram os menores tempos de cozimento nas duas condições, apresentaram polpa cozida com qualidade inferior aos clones com

tempo de cozimento intermediário e com melhor qualidade culinária observada dentre todos (Imbé, Eucalipto e Neilton).

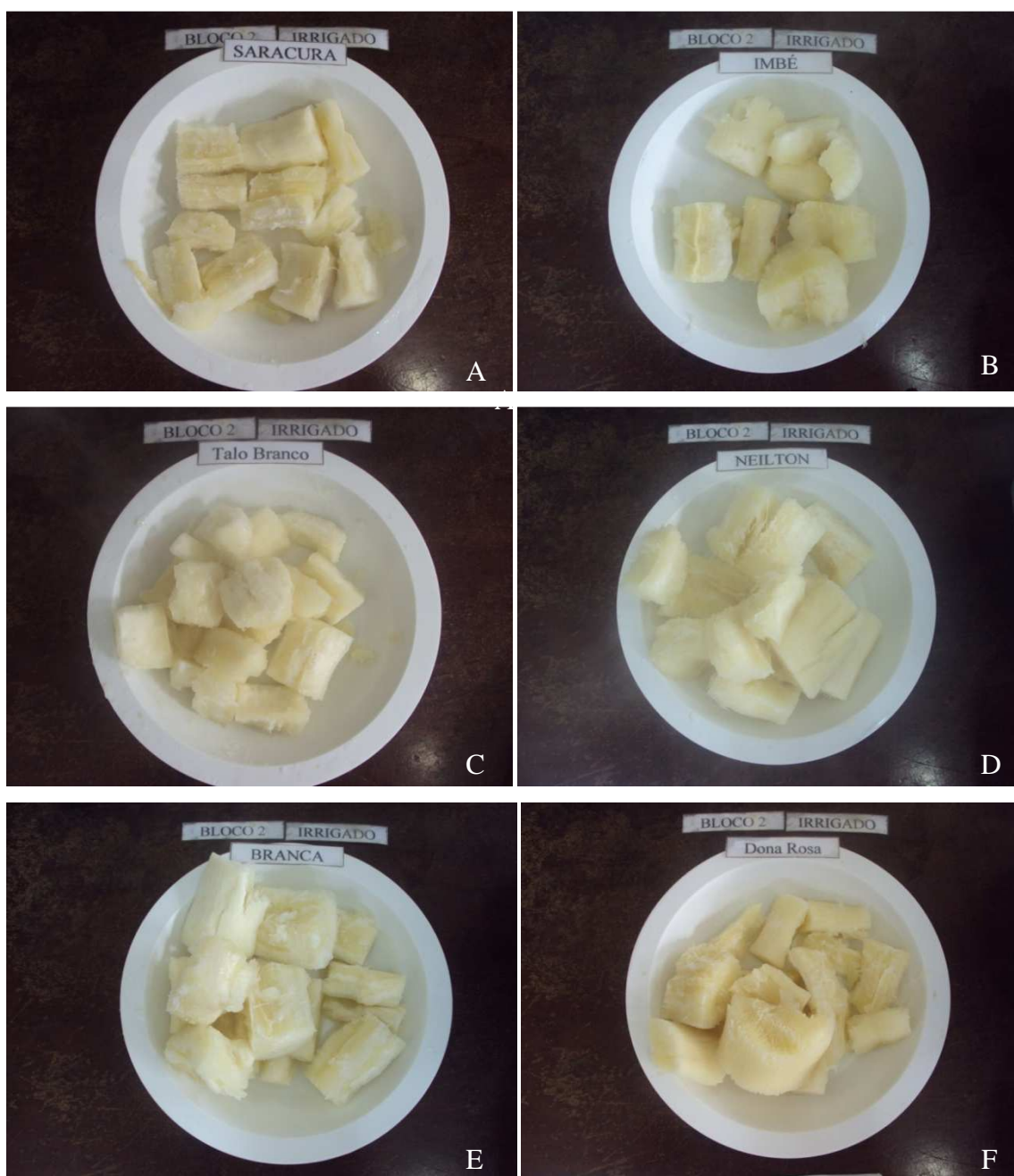


Figura 8. Polpa cozida de raízes de mandioca de mesa (A- Saracura; B- Imbé; C- Talo Branco; D- Neilton; E- Branca e F- Dona Rosa). Cruz das Almas – BA, 2012.

Excetuando-se os clones Amarelo I, Gema de Ovo e Dourada que aos dez meses apresentaram textura macia, todos os outros apresentaram textura amilácea tida como ideal para uso culinário. De maneira geral todos os genótipos apresentaram boa qualidade de massa cozida, ou seja, o cozimento ocorreu

normalmente dentro do tempo aceitável (30 minutos) e nenhuma das amostrass apresentaram aspecto vítreo. Apesar das variações, todos os clones tiveram polpa cozida facilmente esmagada e desfeita, quando amassada com um garfo, formando uma pasta de textura amilácea, consistência plástica e moldável (BORGES et al., 1992).

Cianeto Potencial

O teor de cianeto potencial nas raízes aos seis meses de idade não variou significativamente entre as clones e manejo durante o período da pesquisa. Todas as variedades avaliadas apresentaram níveis aceitáveis para serem caracterizadas como mansas, porém os valores ficaram bem abaixo dos 9 mg HCN.kg⁻¹ de massa fresca relatados pela literatura (SILVA et al., 2004) e se equipararam aos valores encontrados para produtos processados, como as farinhas, onde o teor de HCN não ultrapassa 6 mg HCN.kg⁻¹ (CHISTÉ et al., 2010).

Os valores médios dos teores de cianeto variaram de 2,5 a 6,3 mg de HCN. kg⁻¹ de raiz fresca (Tabela 8). Esses níveis inferiores de cianeto podem estar relacionados às questões ambientais, condições de cultivo, e com a fertilidade do solo da área experimental, uma vez que a toxicidade da mandioca é fortemente influenciada pelas condições ambientais que agem diretamente sobre o metabolismo secundário das plantas e conseqüentemente na síntese dos compostos glicogênios. Essers (1995) afirma que variedades de mandioca com alto teor de cianetos podem converter-se em variedades com baixo teor e vice versa em resposta a mudanças nas condições ecológicas de produção.

Tabela 8. Valores médios dos teores de cianeto potencial (mg HCN kg⁻¹ de massa fresca) de raízes tuberosas de aipins. Cruz das Almas- BA, 2012.

CULTIVARES	CIANETO mg HCN.kg ⁻¹	CULTIVARES	CIANETO mg HCN.kg ⁻¹
Amarelo I	3,35 ^a	BRS G. de Ovo	3,42 ^a
Branca	2,57 ^a	Imbé	3,98 ^a
Dona Rosa	3,65 ^a	Neilton	3,50 ^a
BRS Dourada	3,60 ^a	Saracura	5,38 ^a
Eucalipto	6,28 ^a	Talo Branco	2,50 ^a

Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scoot-Knott a 5% de probabilidade.

A análise dos extratos obtidos nas colheitas realizadas aos 8 e 10 meses não permitiu estimar o teor de cianeto contido nas raízes, uma vez que esses valores foram inferiores a 1,2 mg HCN kg⁻¹, menor ponto da curva, não sendo portanto detectados pelo método utilizado. Esses resultados indicam que o teor de cianeto potencial nas raízes tende a diminuir com o desenvolvimento da planta, e estão de acordo com os obtidos por Oliveira et al. (2012), que observaram redução de até 78% do teor inicial de HCN na polpa da raiz aos doze meses após o plantio. Aguiar (2003), estudando a produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita, verificou uma redução linear nos teores de cianoglicosídeos nas raízes tuberosas, com o aumento do ciclo vegetativo. Segundo Borges et al. (2002), a identificação de variedades de mandioca com baixos teores de cianeto da polpa crua das raízes é necessária a fim de aumentar a segurança das recomendações destas para alimentação humana, diminuindo-se os riscos de intoxicação dos consumidores.

CONCLUSÕES

Não foi verificado efeito da irrigação nos teores de matéria seca, amido e glicosídeos cianogênicos. Apenas o tempo de cozimento sofreu efeito da interação entre genótipos e manejo.

Os clones Imbé e Neilton permitem colheitas precoces sob irrigação, podendo ser colhidos aos seis meses de idade sem redução dos teores de matéria seca e amido.

As raízes de todos os clones apresentaram boa qualidade culinária, com tempo de cozimento inferior a 30 minutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (Manihot esculenta Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita.** 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical, Área de Concentração em Tecnologia de Produção Agrícola). Instituto Agrônômico (IAC), Campinas.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for Computing Crop Water Requirements.** Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and drainage. Paper, 56).

ALVES, A. A. C.; FUKUDA, W. M. G. Toxicidade de variedades de mandioca em ecossistemas contrastantes. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. 1992, Recife-PE. **Resumos...**Recife: Sociedade de Mandioca, 1992. P.92.

ALVES, J. M. A. *et al.* Avaliação de dois clones de mandioca em duas épocas de colheita. Universidade Federal de Roraima, Boa Vista-RR. **Revista Agroambiente**, v.2, n.2, p.15-24, jul/dez 2008.

BARBOSA, C. Z. dos R. *et al.* Caracterização de Dez Clones de Mandioca Cultivados no Estado de Roraima. **Revista Agroambiente**, vol.1, no. 1, jun/dez. 2007.

BOKANGA, M.; EKANAYAKE, J. I.; DIXON, A. G. O. Genotype-environmental interactions for cyanogenic potential in cassava. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 373, 1994.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M.; ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.

BUTARELO, S. S. *et al.* Hidratação de tecidos de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) e gelatinização do amido durante a cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 24(3): 311-315, jul.-set. 2004.

CARABALLO, L.; VELÁZQUEZ, E. Respuesta de três cultivares de yuca a diferentes condiciones hídricas y fechas de cosecha. **Agronomía Tropical**, v. 50, n. 2, p. 267-284, 2000.

CARDOSO JÚNIOR, N. S. *et al.* Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 27, n. 4, p. 603-610, out./dez., 2005.

CHISTÉ, R. C. *et al.* Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água. **Acta Amazonica** (Impresso), v. 40, p. 221-226, 2010.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cassava program annual report. Colômbia: CIAT, 1987-1991.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistemas de produção de mandioca**. 2003. Disponível em <sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_tabcosteiros/index.htm>. Acesso em: 6 Jan. 2013.

ESSERS, A. J. A. Further improving the enzymic assay for cyanogens in cassava products. **Acta Horticultura**, The Netherlands, n. 375, p. 97-104, nov., 1994.

FIALHO, J. de F. et al. **Avaliação de variedades de mandioca de mesa nas condições de cerrado do Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 73). 20p. 2002.

FURLANETO et al. **O Agronegócio da Mandioca na Região Paulista do Médio Paranapanema**. São Paulo, 2006. p.03. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 13 de maio de 2012.

GAMEIRO, A. G; CARDOSO, C. E. L. **A Indústria do Amido**, 2003.

GROSSMAN, J.; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em mandioca. **Revista Agrônômica**, Porto Alegre, v. 14, n. 160/162, p. 75- 80, 1950.

GUERRA, A. F.; FIALHO, J. F.; ROCHA, O. C. Produtividade e qualidade de raízes de mandioca em resposta ao regime hídrico e a densidade de plantio. In: XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005, Campo Grande-MS. Anais do XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005.

GUERRA, A. F.; FIALHO, J. F.; ROCHA, O. C. Produtividade e qualidade de raízes de mandioca em resposta ao regime hídrico e a densidade de plantio. In: XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005, Campo Grande-MS. Anais do XI Congresso Brasileiro de Mandioca, 2005.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_2012_11.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2013.

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Fatores anti-nutricionais para ruminantes. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.3, n.4, p.132-143, 2010.

LOPES, A. C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca**. 2006. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista.

LOPES, A. C. *et al.* Complementação da irrigação e épocas de colheita de mandioca cv. coqueiro no Planalto de Conquista - BA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 579-587, maio/jun., 2010.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 2003. 116p. (CATI. Boletim técnico, 245).

LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**. Campinas, 53(2):237-245, 1994.

LORENZI, J.O.; DIAS, C.A.C. **Cultura da Mandioca**. Campinas: Coordenadoria de assistência técnica integral, (Boletim técnico, 211). 41p. 1993.

MENDONÇA, H. A. de; MOURA, G. de M.; CUNHA, E.T. Avaliação de genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no Estado do Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 761-769, jun. 2003.

MEZETTE, T. F. Seleção de clones-elite de mandioca de mesa visando a características agronômicas, tecnológicas e químicas. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.601-609, 2009.

MOURA, G. de M.; COSTA, N. de L. Efeito da freqüência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1053-1059, ago. 2001.

OLIVEIRA, L. A. **Manual de Laboratório: análises físico-químicas de frutas e mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.

OLIVEIRA, M. A. de; MORAES, P. S. B. de. Características físico-químicas, cozimento e produtividade de mandioca cultivar IAC 576-70 em diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 3, p. 837-843, maio/jun., 2009.

OLIVEIRA, N. T. de, *et al.* Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n. 10, p. 1436-1442, out. 2012.

PEQUENO, M. G. *et al.* Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.5, p.476–481, 2007.

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**, Cruz das Almas, v. 4, n. 1, p. 27-32, 1985.

PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. del P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 24(1): p. 059-063, jan.-mar. 2004.

ROCHA, J. da S. **Respostas morfo-fisiológicas de clones de mandioca de mesa sob irrigação e em condições de sequeiro**. 2013. 96 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

RIMOLDI, F. *et al.* Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca de mesa coletadas no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v.28, n.1, p.63-69, jan/mar., 2006.

SILVA, G. G. C. da, *et al.* Toxidade cianogênica em partes da planta de cultivares de mandioca cultivados em Mossoró-RN. **Revista Ceres**. v. 51, p. 56-66, 2004.

SOUZA, L. da S.; SOUZA, L. D. **Caracterização físico-hídrica de solos da área do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical**. Cruz das Almas. Bahia. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF. 2001. 56p. (Boletim de Pesquisa, 20).

SOUZA, M. J. L. de *et al.* Características agronômicas da mandioca relacionadas à interação entre irrigação, épocas de colheita e cloreto de mepiquat. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 45-53, 2010.

TININI, R. C. dos R. *et al.* Caracterização do teor de amido em raízes de mandioca para agroindustrias de extração de fécula. Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 28 a 30 de abril de 2009. UNIOESTE, Cascavel – Paraná – Brasil.

VERMEIREN, L.; JOBLING, G.A. **Irrigação localizada**. Tradução de H.R. Gheyi, F.A.V. Damasceno, L.G.A. Silva Jr.; J.F. de Medeiros, Campina Grande, UFPB, 1997. 184p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 36).

VIDIGAL-FILHO, P. S. *et al.* Avaliação de cultivares de mandioca na região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, 59(1), 69-75, 2000.

VILPOUX, O. F., CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário minimamente processados, pré-cozidos, congelados e fritas (french-fries). In: CEREDA, M. P., VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill - Série culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, v 3. p. 81-131, 2003.

WHEATLEY, C. C.; GÓMEZ, G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. **Qualitas Plantarum**, Netherlands, v. 35, n.2, p. 121-129, 1985.