

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ÉPOCAS DE PODA DA PLANTA DE MANDIOCA PARA USO NA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

**FELIPE CURCELLI**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,  
para obtenção do título de Doutor em Agronomia  
(Energia na Agricultura)

**BOTUCATU - SP**  
**Fevereiro – 2013**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

**ÉPOCAS DE PODA DA PLANTA DE MANDIOCA PARA USO NA  
ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

**FELIPE CURCELLI**

Orientador: Prof. Dr. Silvio José Bicudo

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu,  
para obtenção do título de Doutor em Agronomia  
(Energia na Agricultura)

**BOTUCATU - SP**  
**Fevereiro – 2013**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU  
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "ÉPOCAS DE PODA DA PLANTA DE MANDIOCA PARA USO NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL"

ALUNO: FELIPE CURCELLI


ORIENTADOR: PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

Aprovado pela Comissão Examinadora

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. SILVIO JOSÉ BICUDO

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. PAULO ROBERTO DE LIMA MEIRÊLLES

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EDUARDO BARRETO AGUIAR

  
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. CÍNTIRO COSTA

  
\_\_\_\_\_  
PROFA. DRA. TERESA LOSADA VALE

Data da Realização: 20 de fevereiro de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO -  
SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA  
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Curcelli, Felipe, 1983-  
C975e Épocas de poda da planta de mandioca para uso na ali-  
mentação animal / Felipe Curcelli. - Botucatu : [s.n.], 2013  
vii, 62 f. : il., color., grafs., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista. Fa-  
culdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013

Orientador: Silvio José Bicudo

Inclui bibliografia

1. Mandioca como ração. 2. Raiz. 3. Ave doméstica. 4.  
Coelho. 5. Ruminante. 6. Nutrição animal. 7. Energia. 8.  
Raiz. I. Bicudo, Silvio José. II. Universidade Estadual  
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu).  
Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

*“O que for teu desejo, assim será tua vontade.*

*O que for tua vontade, assim serão teus atos.*

*O que forem teus atos, assim será seu destino.”*

**Deepak Chopra**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Solange e Paulo, pelo apoio incondicional em toda a minha trajetória.

Às minhas irmãs, Daniela e Gabriela, pelo belo convívio durante os anos de minha vida.

Aos meus tios, Emílio e Lara, pelo afeto fraternal dedicado a mim.

Aos primos e avós pelo companheirismo e carinho.

À FCA pelo apoio ao projeto e ensinamentos.

Ao CERAT pelo apoio.

À FMVZ por bem me receber de volta.

À CAPES pela concessão da bolsa no país e em Cuba.

Aos professores cubanos, Manuel Valdivié, Roberto Garcia Lopez, Luis Marino Mora, Pedro Lezcano e Orlando Fundora pela amizade e ensinamentos.

Aos amigos da UNESP - Botucatu e do ICA - Cuba pela ajuda no decorrer da elaboração desta tese.

À República Cortiço pelo sempre apoio e amizade de longa data.

Aos amigos da ESALQ-USP, em especial Rodrigo Estevan Munhoz, que continuaram me apoiando no doutorado.

Ao professor Silvio Bicudo pelo inicial aceite de meu pedido de orientação, posteriormente pelos ensinamentos na cultura de mandioca e tantas outras e por fim pela amizade construída nestes anos de doutorado.

Aos membros da banca, Prof. Paulo Meirelles, Prof. Ciniro Costa, Teresa Valle, Eduardo Barreto Aguiar e Ricardo Kantack, pela excelente leitura e considerações feitas no texto da tese.

Aos colegas de pós-graduação, Simério e Sihelio Cruz, Eliseu Brachtvogel, Magno Abreu, Priscila Figueiredo, Rodrigo e Francisco Rafael pelo fundamental apoio nas pesquisas e publicações, em especial ao Eduardo Barreto Aguiar, pessoa essencial para a elaboração e execução desta tese.

Aos vários estagiários, em destaque, Adriana Ferrari, Felipe Parise, Jonas, Bruno, Débora, Janaína, Gabriel, Gabriela, Murilo, Caio, Renan e Giovana pela ajuda nos experimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	1
SUMMARY .....	3
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
2.1. Contexto histórico e dados estatísticos .....	8
2.2. Fases fenológicas .....	11
2.3. Valor nutritivo .....	13
2.4. Fatores tóxico e antinutricionais.....	15
2.5. Fatores interferentes no desenvolvimento cultura.....	16
3. MATERIAL e MÉTODOS .....	20
3.1. Local e ambiente de instalação do experimento.....	20
3.2. Tratamentos e análise estatística dos dados .....	22
3.3. Instalação e condução do experimento .....	22
3.4. Aplicação dos tratamentos .....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1. Concentração, produtividade e parâmetros bromatológicos da parte aérea.....	27
4.1.1 Considerações gerais sobre a consequência da poda para a parte aérea da mandioca .....	35
4.2. Concentração, produtividade e parâmetros bromatológicos de raiz .....	36
4.2.1 Considerações gerais sobre a consequência da poda para a raiz da mandioca .....	43
4.3. Valor energético de raiz e parte aérea.....	44
4.4. Considerações finais .....	47
5. CONCLUSÕES .....	49
6. REFERÊNCIAS.....	50

## **RESUMO**

A mandioca, por ser concentradora de amido na raiz, fonte de energia, e proteína na parte aérea, tem sido usada na alimentação de animais domésticos. A prática da poda da parte aérea da mandioca é comum em lavouras destinadas à produção de raízes para a indústria, porém esta prática ainda é pouca estudada. Com objetivo de avaliar o potencial do uso da planta de mandioca, podada em diferentes épocas, na alimentação animal, por meio de análises bromatológicas, foi realizado entre os anos de 2008/2010, na UNESP-Botucatu, experimento, em blocos completos casualizados, envolvendo podas da parte aérea da variedade IAC-14. As plantas foram podadas mês a mês, do sétimo ao décimo quinto mês após o plantio (MAP) e uma testemunha sem poda. As análises bromatológicas foram efetuadas no momento da colheita, ou seja, 22 MAP. Foram analisadas a produção, produtividade em massa seca e fresca da raiz e parte aérea, o conteúdo e produtividade de proteína bruta (PB) e as porcentagens de fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), extrato livre de nitrogênio (ELN) e açúcares totais da parte aérea e da raiz, além do conteúdo e produtividade

do amido de raiz. Foi calculado, a partir de equações matemáticas, valores de energia metabolizável para aves e coelhos e digestível para ruminantes, tanto da parte aérea quanto da raiz. Não foi observada diferença na produtividade de matéria fresca de raiz entre os tratamentos estudados. Podas realizadas anteriormente ao período de repouso fisiológico causaram nas raízes: menores porcentagens de amido e a mesma produtividade. Em relação à parte aérea, tecidos mais jovens, ou seja, plantas podadas tardiamente tiveram menores porcentagens de PB e FB. Com relação à energia digestível da raiz para coelhos e metabolizável para ruminantes, os maiores valores foram encontrados quando a poda foi realizada antes do período de repouso. Na parte aérea, a poda realizada após o período de repouso beneficiou as energias metabolizável para aves e digestível para coelhos e prejudicou a energia metabolizável para ruminantes. A poda da parte aérea, a partir do sétimo MAP causa diferenças na produtividade, valores bromatológicos e energéticos, tanto da parte aérea, quanto das raízes.

---

**Palavras-chave:** parte aérea, raiz, ruminante, aves, coelho, energia.

**PRUNING TIME OF CASSAVA PLANT FOR ANIMAL FEED.**

Botucatu, 2013. 62p. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FELIPE CURCELLI

Adviser: SILVIO JOSÉ BICUDO

**SUMMARY**

The cassava, to be concentrating starch on the root, source of energy and protein in the shoot, has been used in feed for livestock. The practice of pruning is common in cassava crops for the production of roots for the industry, but this practice is still little studied. In order to evaluate the potential use of the cassava plant, pruned at different times, in animal feed, through chemical analysis was performed between the years 2008/2010, at UNESP-Botucatu, research, in a randomized block design, pruning of shoots involving the IAC-14. The plants were pruned every month, on the seventh of the fifteenth month after planting (MAP) and a control without pruning. The chemical analyzes were performed at harvest, 22 MAP. Were analyzed the production, productivity in fresh and dry matter of roots and shoots, content and productivity of crude protein (CP), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total digestible nutrients (TDN), nitrogen free extract (ELN) and total sugars of shoot and root, and the root starch. Were calculated from mathematical equations, metabolizable energy values for poultry and rabbits and digestible for ruminants, such as roots as aeral part. We analyzed the production, productivity in fresh and dry matter of roots and shoots, content and productivity of crude protein (CP) and the percentages of crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), total digestible nutrients (TDN), nitrogen free extract (NFE) and total sugars of shoot and root, beyond the content and productivity of root starch. Were calculated, from mathematical equations, the metabolizable energy values for poultry and rabbits and digestible for ruminants of the shoot and root. There was no difference in the productivity of fresh root among treatments. Pruning before the rest period caused the roots: smaller percentages of starch and the same productivity. Regarding the shoot, younger tissues, ie late pruned plants had lower percentages of crude protein and fiber. With respect to root, for digestible energy for rabbits

and metabolizable for ruminants, the highest values were found when the pruning was done before the rest period. In shoots, pruning after the rest period benefited metabolizable energy for rabbits and digestible for poultry and decrease the metabolizable energy for ruminants. The pruning, from the seventh MAP causes differences in productivity, bromatologic values and energy of the shoot and roots.

---

**Keywords:** aeral part, root, ruminant, poultry, rabbit, energy.

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) é uma planta perene, de origem sul-americana, que produz raízes ricas em amidos e folhas com concentrações elevadas de proteína. Tem produtividade média mundial de raízes em torno de 14,5 toneladas, chegando em determinadas regiões, no Brasil, a 38 toneladas, e estimativa de 19,44 toneladas por hectare de matéria seca de parte aérea (CURCELLI et al., 2011). O Brasil é um dos maiores produtores de mandioca no mundo, sendo também o mais relevante em produtividade e industrialização do amido de mandioca (FAO, 2010). A planta de mandioca tem uma ampla adaptação aos mais variados ambientes (HOWELER, 2002), produzindo de maneira satisfatória mesmo em regiões com restrições hídricas consideráveis, solos ácidos e baixa fertilidade, além de flexibilidade quanto às épocas de plantio e colheita (VALDIVIÉ et al., 2011).

O consumo da mandioca é basicamente de suas raízes, fonte de energia, e folhas, fonte de proteína, e se restringe principalmente ao hemisfério sul. Cada parte do mundo tem um padrão de consumo da planta de mandioca. Em várias regiões da África, o consumo humano das folhas jovens da mandioca como salada ou como parte integrante de

outros pratos típicos, é comum (LANCASTER e BROOKS, 1983). No Brasil as raízes são consumidas PRINCIPALMENTE na forma de farinha ou *in natura*, sendo também fonte para produção de amido em indústrias de transformação. Outro destino para a planta de mandioca é alimentação animal, tanto de raízes quanto folhas, porém em nenhum momento o setor produtivo e tecnológico da mandioca leva em consideração a produção e qualidade bromatológica da parte aérea, principalmente de folhas, componente importante no uso da planta para a alimentação animal.

Não existem dados oficiais da quantidade de raízes mandioca que são destinadas, direta ou indiretamente, leia-se coprodutos, à alimentação animal. É sabido, porém, que em alguns países o uso desta, como fonte de alimento animal, é mais comum. A exportação de mandioca está intimamente vinculada com os requerimentos crescente desta raiz tuberosa pela união europeia para complementar a alimentação de seu grande plantel de animais confinados (CARTAY, 2004) e Ásia, principalmente a China, pelo grande aumento da produção animal. Grande parte da produção da Indonésia e Tailândia de raízes tem como destino a Europa e a China (FAO, 2010). Alguns países africanos, grandes produtores (aproximadamente 103 milhões de toneladas, FAO, 2010), não se destacam como exportadores, devido ao grande auto-consumo (CARTAY, 2004).

O padrão de uso da raiz e da folhagem da mandioca na alimentação animal é o fornecimento, principalmente, aos animais estabulados, em substituição as matérias primas tradicionais, especialmente ao milho e soja.

Vários produtos como raspa de mandioca, silagens de raiz e parte aérea, coprodutos, entre outros, foram testados e aprovados na alimentação de bovinos (CALDAS NETO et al., 2000; JORGE, et al., 2000; MARQUES et al., 2000; RAMOS et al., 2000; JORGE et al., 2002; MODESTO et al., 2003; SILVA et al., 2005; CARVALHO et al., 2006; RAMALHO et al., 2006; FERREIRA et al., 2007; VELOSO et al., 2008; MODESTO et al., 2009).

Na alimentação de suínos a mandioca tanto raízes quanto parte aérea, em substituição aos tradicionais ingredientes da ração foi estudada e aprovada sua inclusão nas dietas por diversos autores (CARVALHO et al., 1983; FERREIRA e DONZELES, 1994; BERTOL, 1998; BERTOL e LIMA, 1999; PHUC e LINDBERG., 2000;

CARVALHO et al., 2006; LEZACANO et al., dados não publicados; ARAÚJO et al., dados não publicados).

A avicultura, grande dependente do fornecimento de milho, busca, através de pesquisas, alimentos alternativos como a mandioca (BRUM e ALBINO, 1993; FONSECA et al., 2000; ROSTAGNO et al., 2000; SILVA et al., 2000; CRUZ et al., 2006; SAKAMOTO et al., 2006; TROMPIZ et al., 2007; CÉZAR et al., 2008; RODRIGUES et al., 2008), com grande sucesso.

Em menor escala ocorre o fornecimento a coelhos (ABD EL-BAKY et al., 1993; ANDRADE, 1997; SACAPINELLO et al., 1999; SCAPINELLO et al., 2000; SCAPINELLO et al., 2002; HERRERA et al., 2003; MICHELAN et al., 2004; MACHADO et al., 2006; MICHELAN et al., 2006; MICHELAN et al., 2007; FARIA, et al., 2008; MORA et al., dados não publicados), peixes (LAGE et al., 2001; BOSCOLO et al., 2002 a, b; PEZZATO et al., 2004; RAMOS et al., 2006), cabras e ovinos (MOURO et al., 2002; ZEOULA et al., 2003; MENEZES et al., 2004; GOMES et al., 2005 a,b; CAMPOS et al., 20008; VOLTOLINI et al., 2008 a,b; FARIA et al., 2011), equinos (GRAÇA et al., 2001; MORETINI et al., 2004) e outros animais domésticos.

Considerando a hipótese de uso integral da planta de mandioca como fonte de alimento para animais de interesse econômico, a partir das características produtivas, bromatológicas e energéticas, levando-se em conta a utilização da parte aérea como coproduto da exploração da planta em lavouras destinadas a indústria, além da elevada produção e como fonte de alternativa em regiões como o semiárido brasileiro, foi elaborado o presente trabalho objetivando avaliar potenciais alterações dessas características em plantas podadas em nove épocas de poda e a não realização da poda.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Contexto histórico e dados estatísticos

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta perene, pertencente à família *Euforbiaceae*, monoica, de polinização cruzada, cultivada entre os paralelos 30° de latitudes Norte e Sul (COCK e ROSAS, 1975), com maior concentração entre os paralelos 20° Norte e Sul, desde o nível do mar até 2.300 m de altitude (COCK, 1982). A mandioca é uma planta nativa das zonas tropicais das Américas, sendo cultivada em mais de 17,8 milhões de hectares em o todo mundo, principalmente em pequenas propriedades produz 196 milhões de toneladas de raízes de mandioca por ano, das quais 52% são destinados diretamente ao consumo humano, 28% ao consumo animal e 20% para processos industriais (VALDIVIÉ et al., 2011). É considerada a quarta mais importante fonte de energia alimentar do mundo (ALVES, 2002), precedida por arroz, milho e trigo.

A maioria das áreas de produção de mandioca possuem características edafo-climáticas necessárias para o plantio, porém é cultivada basicamente em solos de baixa fertilidade e regiões com restrições pluviométricas onde ocorrem vantagens competitivas sobre outras culturas (HOWELER, 2002).

O continente africano é o maior produtor mundial, com mais de 103 milhões t ano<sup>-1</sup> e produtividade entre 8 e 9 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010). Neste continente a mandioca é fonte de alimento para 200 milhões de pessoas, atrás apenas do milho, como fonte de caloria (NWEKE et al., 2004).

A planta de mandioca foi levada pelos portugueses até a costa oeste da África, no século XVIII (PURSEGLOVE, 1968, apud HILLOCKS, 2002), a princípio, teve maior importância em Uganda, por encontrar melhores condições de cultivo (JAMESON e THOMAS, 1970, apud HILLOCKS, 2002).

A Ásia é responsável pela segunda maior produção de raízes de mandioca, com aproximadamente 58 milhões t ano<sup>-1</sup>, com altas produtividades, que variam entre 16 a 17 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010). Nestes países a introdução da cultura foi semelhante à África, através de colonizadores portugueses, principalmente na Índia, Ilha de Java e Filipinas. atualmente a mandioca também possui importância econômica na Indonésia, Tailândia, China e Vietnã. o principal uso é bastante variado nos países como Filipinas, Sri Lanka e Índia, as raízes de mandioca são utilizadas principalmente no consumo humano; Tailândia e Indonésia destinam a maioria da produção para produção de raspa ou pellets que exporta, basicamente para a Europa e China, para alimentação animal (ONWUEME, 2002), particularmente de suínos.

A América Latina soma a terceira maior produção de raízes de mandioca, com 34 milhões t ano<sup>-1</sup>, com produtividade média de 12,5 t ha<sup>-1</sup>. O Brasil, maior produtor da América Latina e Caribe, produz, historicamente, cerca de 24 milhões t, com produtividade média igual a 13,72 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2010).

O Brasil produziu em 2011 por volta de 28 milhões de toneladas, plantados em dois milhões de hectares, aumento de 5% em relação ao ano anterior (IBGE, 2010), porém devido a amplitude geoclimática do Brasil ocorre grande variação de produtividade nas diferentes regiões do país (IBGE, 2010).

Entre os principais estados produtores a produtividade média entre as regiões brasileiras foi analisada pelo IBGE (2010) da seguinte maneira: região Nordeste tem produtividade média de 10,64 t ha<sup>-1</sup>, sendo a Bahia o maior produtor; região centro-oeste produz anualmente 2,5 milhões t, com produtividade 15 t ha<sup>-1</sup>; região Norte produz 7,4 milhões t, com produtividade de 14 t ha<sup>-1</sup>; região Sul tem produtividade 17 t ha<sup>-1</sup> e produção de

6,3 milhões t, com destaque para o estado do Paraná, principalmente no norte do estado, que além de ter estudos relevantes para a cultura, grande parte da tecnologia produzida no estado de São Paulo também é aplicada a esta região; região Centro-oeste produz 6,2 milhões t, com altas produtividades, 19,54 t ha<sup>-1</sup>. O estado de São Paulo, responsável pela maior produtividade, tem como média 32 t ha<sup>-1</sup> e produção de 1,6 milhões t.

No Brasil a mandioca cuja produção se destina as indústrias de transformação, tem como regra colheitas entre 18 a 24 meses após o plantio (LORENZI, 2012), ao passo que os outros países produtores de mandioca fazem a colheita entre 8 a 12 meses de cultivo, independentemente do destino final da raiz.

Em relação à produção de parte aérea (limbos foliares, pecíolos e hastes), não há números oficiais, porém é possível, por meio dos dados da produção nacional de raiz (24,40 milhões t, segundo FAO, 2010) e do índice de colheita médio brasileiro (47%) (ARRUDA et al., 1978; MOURA e COSTA, 2001; SAGRILO et al., 2002; MENDONÇA et al., 2003; AGUIAR, 2011), calcular a produção anual de biomassa da parte aérea de mandioca. Descontados 20% do total para o plantio de novas áreas (CARVALHO, 1983a; CARVALHO, 1994), estima-se 19,44 milhões de toneladas de parte aérea (CURCELLI, 2011), para serem usadas de diversas formas, principalmente dentro dos setores agroindustriais, geração de energia (PRESTON, 2007), cultivo de cogumelo (NEVES e GRACIOLLI, 2009) e alimentação animal (BUITRAGO, 1990; VALDIVIÉ et al., 2011; CURCELLI et al., 2011). Essa estimativa refere-se à produção de parte aérea somente na ocasião da colheita, sem considerar a poda realizada como prática cultural no repouso fisiológico.

No Brasil, o cultivo da planta de mandioca se divide claramente em dois setores, mandioca para mesa e mandioca para indústria. Essa distinção se dá desde as variedades até técnicas de cultivo. As variedades de mesa têm como princípio baixo teor de ácido cianídrico na polpa fresca das raízes. Segundo o Instituto Agrônomo de Campinas, esta concentração deve estar abaixo de 100 ppm. Neste segmento a cor da polpa é importante, dependendo do padrão de consumo de cada região brasileira, devendo ser amarela ou branca, além de ser de fácil cozimento, ou seja, menor tempo para se tornarem brandas e poucas fibras (LORENZI, 2003), e menor retenção de óleo no momento da fritura. O formato das raízes, ou seja, a padronização do tamanho e espessura também são critérios de comercialização

(CEREDA, 2005), pois os consumidores possuem um juízo crítico de seleção empírico das raízes que consideram boas para o consumo, fáceis de descascar e cozinhar.

As variedades para indústrias podem ser divididas em dois segmentos, produção de farinhas e extração de amido. Para produção de farinha, além do rendimento de raízes, a cor da casca é fundamental, dando-se prioridade para as de casca clara, para não haver pigmentos escuros no produto final, não desclassificando assim a farinha (ANVISA). Para extração de amido ou produção de álcool, o fator primordial é o teor de matéria seca (LORENZI, 2003), que apresenta alta correlação com o teor de amido (BORGES et al., 2002), não importando as cores da casca e polpa ou formato.

## **2.2. Fases fenológicas**

A planta de mandioca é perene, alternando períodos de crescimento vegetativo, acumulando carboidrato em suas raízes, e períodos de repouso fisiológico (ALVES, 2002). Para completar seu ciclo de crescimento, com duração de 6 a 24 meses, desenvolve cinco fases fisiológicas, sendo quatro ativas e uma de repouso (TERNES, 2002). O conhecimento dessas fases fenológicas é importante para o entendimento e interferência na produção da mandioca. A distinção destas fases se faça por características macros, derivado da distribuição dos diferentes órgãos da planta durante o ciclo de vida (EL-SHARKAWY, 2004), como surgimento e desenvolvimento de raízes e folhas. Ainda não há estudos de fisiologia que possam decompor o ciclo de vida da planta em um maior número de fases.

A primeira fase é denominada de estabelecimento, com a brotação da maniva, que inicia-se a partir do quinto ao sétimo dia após o plantio (ALVES, 2002; EL-SHARKAWY, 2004), dependendo das condições de clima, principalmente da temperatura do solo (mais rapidamente entre 28 e 30 °C e mais lentamente acima de 37 °C e abaixo de 17 °C (KEATING e EVENSON, 1979). Nesta fase as primeiras raízes absorptivas, que crescem a partir da extremidade da maniva, eventualmente das gemas abaixo do solo, atingem cerca de 8 cm de comprimento; na parte aérea os primeiros brotos são visíveis, com folhas pequenas emergindo aos 10-13 dias após o plantio (CONCEIÇÃO, 1981; EL-SHARKAWY, 2004); a emergência dos brotos ocorre aproximadamente aos 15 dias após o plantio (ALVES, 2002).

A segunda fase é caracterizada pela rápida formação de raízes fibrosas, responsáveis pela absorção de nutrientes e água da solução do solo, com início do acúmulo de amido (COCK, 1984) em cerca de três a dez raízes (ALVES, 2002); concomitantemente ocorre o crescimento da parte aérea, que começa a expandir a partir do trigésimo dia após o plantio, onde o balanço fotossintético já é positivo. A duração destas duas fases é extensa, devido ao crescimento inicial lento, que pode ocasionar grande perda de solo pela chuva e ventos. A pequena capacidade de sombreamento, nesta fase proporciona baixa capacidade competitiva com o mato e oneram seu custo de produção (PERESSIN, 2010).

As fases seguintes, que compreendem o crescimento aéreo, definição do hábito de crescimento, formação e características das folhas, assim como tamanho e duração de vida da folha, foram extensivamente estudadas (EL-SHARKAWY, 2004). Na terceira fase, com duração de aproximadamente 90 dias, a taxa de crescimento de folhas e hastes é máxima, com o surgimento de maior número de folhas e aumento do tamanho da planta, fase na qual cada variedade adquire seu aspecto arquitetônico típico (ALVES, 2002) e onde os fatores ambientais exercem maior influência (KEATING et al., 1982), porém ocorrendo simultaneamente o acúmulo de amido.

A quarta fase caracteriza-se pelo engrossamento das raízes de reserva, ou seja, as que acumulam principalmente amido (ALVES, 2002), ocasionando a máxima taxa de acúmulo de matéria seca nas raízes, além da lignificação das ramas; sucede ainda o aumento da senescência das folhas.

A última fase corresponde ao repouso fisiológico, que ocorre por volta dos 180 aos 720 dias após o plantio (ALVES, 2002), é caracterizado pela queda na taxa de produção de folhas, perda de quase a totalidade das folhas e encerramento do crescimento vegetativo; a translocação de fotossintetizados para as raízes é máxima, culminando no maior acúmulo de matéria seca das raízes (ALVES, 2002; TERNES, 2002). Estes eventos ocorrem principalmente em regiões com significativa variação na temperatura e precipitação (ALVES, 2002).

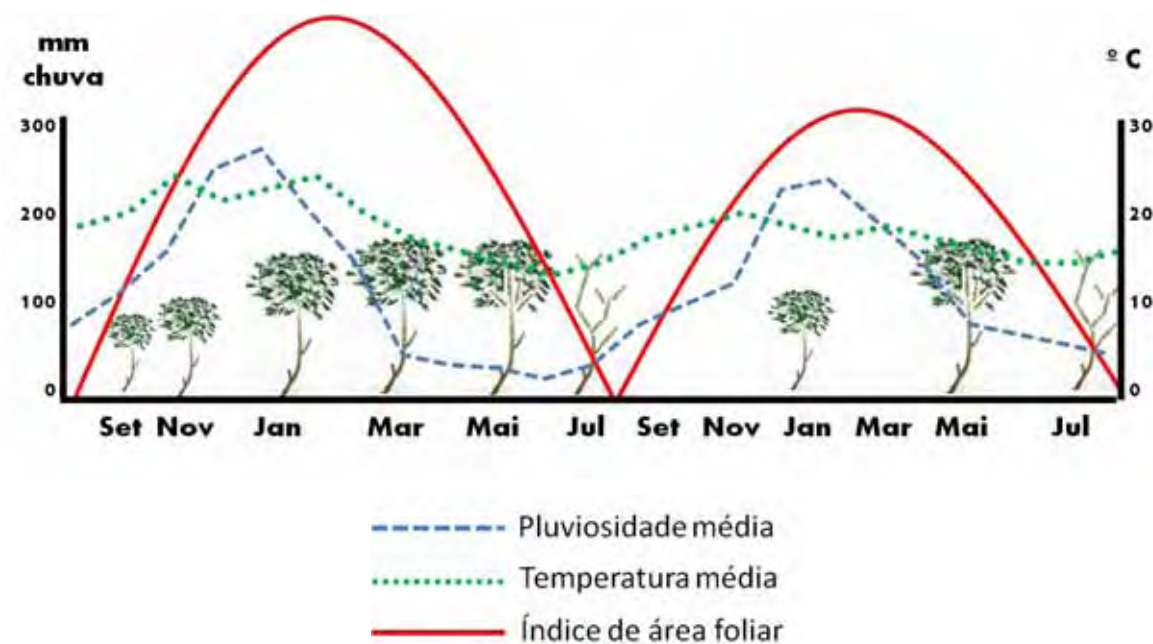


FIGURA 1. Evolução do desenvolvimento vegetativo e do índice de área foliar (IAF) da mandioca. Adaptado de IAC.

### 2.3. Valor nutritivo

A planta de mandioca se divide claramente, em relação aos elementos bromatológicos, em duas partes, a parte aérea e as raízes. A folhagem da planta é rica em proteína, principalmente o limbo foliar, e fibra, com grande participação das hastes. As raízes são concentradoras de amido, fonte de energia, possuem pouca fibra e proteína (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Composição química e valor energético da raiz integral de mandioca nas formas fresca e desidrata\* e da folha jovem\*\*.

Nutrientes e energia	Raiz com casca*		Folhas**
	Fresca	Desidratada	Desidratada
Matéria seca, %	35 a 38	88	90
Proteína bruta, %	1,1	2,40 a 3,19	15 a 19,5
Cinzas, %	0,7	1,70 a 3,70	7,8
Extrato etéreo, %	0,31	1,2	-
Amido, %	28,5	66 a 70	-
Fibra bruta, %	1,2	2,40 a 4,10	17 a 26,5
FDA, %	1,7	4,13	19
FDN, %	2,1	5,1	23
EM <sup>***</sup> aves, kcal kg <sup>-1</sup>	1200	3100	-
EM <sup>***</sup> suínos, kcal kg <sup>-1</sup>	1300	3300	-
ED <sup>****</sup> suínos, kcal kg <sup>-1</sup>	1360	3420	-
ED <sup>****</sup> coelhos, kcal kg <sup>-1</sup>	1354	3310	-
Lípidios, %	-	-	4,2
Fósforo, %	-	-	0,28
Lisina, %	-	-	1,19
Metionina + Cistina, %	-	-	0,38
Treonina, %	-	-	0,86
Triptofano, %	-	-	0,16
Ácido cianídrico, ppm	-	-	2 a 100
Taninos, %	-	-	3,4 a 4,95

\*Fonte: adaptado de Valdivié et al., (2011), \*\* Fonte: adaptado de Curcelli et al., (2011); \*\*\*Energia metabolizável, \*\*\*\*Energia digestível.

O baixo teor proteico das raízes feculentas (2,4 a 3,2%) de cultivares de mandioca comum e melhorada contribui para que seu preço de venda seja de 25 a 30% menor, comparados aos grãos de milho, sorgo, trigo e outros cereais tradicionais. Por este motivo o CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), na Colômbia, realiza pesquisas com o objetivo de obter clones com maiores teores de proteínas (6 a 8,3%) (VALDIVIÉ et al., 2011).

#### 2.4. Fatores tóxico e antinutricionais

A planta de mandioca possui, sabidamente, diversos fatores antinutricionais como tanino, saponinas, ácido oxálico, nitrato, lectinas, fitatos, entre outros e tóxicos, ácido cianídrico (HCN),

O HCN está presente em todas as partes da planta e varia conforme a cultivar, idade e local na planta, água disponível, fertilização de nitrogênio e sombreamento (CARVALHO, 1978), é altamente volátil e se dispersa facilmente com a manipulação do produto, seja pela secagem (GIL e BUITRAGO, 2002; CURCELLI et al., 2009; VALDIVIÉ et al., 2011), moagem ou processos fermentativos (LEZCANO et al., dados não publicados). Isso ocorre, pois a planta de mandioca possui glicosídeos cianogênicos, com destaque para a Linamarina e Lotaustralina. Estas recebem a máxima atenção, pois quando hidrolisadas pelas enzimas Linamarase e Lotaustralase, presentes em toda a planta, liberam ácido cianídrico (HCN) ou cianeto livre, que pode intoxicar e até levar à morte, quando superam os limites de ingestão toleráveis (VALDIVIÉ et al., 2011).

A intoxicação dos animais homeotermos ocorre, pois o HCN reage com a forma férrica do íon de ferro da hemoglobina, o que impossibilita o transporte de oxigênio, provocando asfixia. O HCN também forma complexo com enzimas que contém cobre, limitando importantes reações do metabolismo intermediário (VALDIVIÉ et al., 2011).

Wanapat (2009) relata que o feno de folhas e ramos superiores das plantas de mandioca, colhidas 3-4 meses após o plantio podem conter aproximadamente 3,9% de taninos condensados. Segundo o mesmo autor, os níveis de taninos tendem ser maiores em folhas de mandioca mais velha e mais baixos em folhas jovens. Porém, as folhagens de mandioca, suas farinhas e fenos possuem conteúdo apropriados de taninos para coelhos, 3,8 a 5,5 %MS, o que pode gerar altas taxas de substituição aos fenos de gramíneas (que geralmente elevam o preço da ração), porém elevados para suínos, aves e outros monogástricos não herbívoros, levando a uma inclusão limitada deste ingrediente em rações para estes animais.

## 2.5. Fatores interferentes no desenvolvimento cultura

Interferências de fatores de clima como radiação solar, fotoperíodo, temperatura; de solo como tipo e fertilidade do solo; fitotécnicos como adubação, irrigação, variedade, densidade e época de poda podem influenciar a duração do período, composição bromatológica e desenvolvimento dos componentes raiz e parte aérea.

Além das práticas culturais, condições de clima afetam diretamente a duração, em dias, das fases de vida da planta, com consequência no tamanho do ciclo (ALVES, 2002). Em áreas de temperaturas elevadas o desenvolvimento é mais acelerado, encurtando o período; a condição adversa provoca alongamento do ciclo (HAMMER et al., 1987, apud SAGRILO et al., 2002).

Embora a cultura da mandioca possa ser cultivada praticamente em todos os tipos de solo, os melhores rendimentos são obtidos naqueles que apresentam boa fertilidade e equilíbrio nutricional; devem ser preferidos os terrenos planos ou levemente ondulados, com declividade menor que 5%, podendo ir no máximo até 12%, quando são utilizadas práticas conservacionistas como terraços e plantio em nível. As áreas com plantio de mandioca estão sujeitas a acentuadas perdas de solo e água por erosão, principalmente pela lentidão do desenvolvimento inicial da parte aérea, deixando o solo exposto por período longo de tempo, além da falta do uso da técnica de plantio direto (PERESSIN, 2010). Deve-se dar preferência a solos leves, soltos, com adequada drenagem e profundos, pois o encharcamento promove a podridão das raízes (CONCEIÇÃO, 1981), embora solos com boa capacidade de armazenamento de água provoquem maior densidade de raízes adventícias (CONNOR et al., 1981).

A mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes do solo, com elevada exportação. Em média, para a produção de 25 t ha de raízes, incluindo a produção da parte aérea são extraídos 146 kg de potássio, 123 kg de nitrogênio, 57 kg de fósforo, 46 kg de cálcio e 20 kg de magnésio (MATTOS e BEZERRA, 2003).

Apesar do nitrogênio ser o segundo elemento mais extraído pela planta de mandioca, assume papel importante por influenciar a produção de parte aérea e raízes de forma antagônica. Em excesso, o nitrogênio provoca diminuição na porcentagem de amido das raízes e aumento na quantidade de proteína das folhas, principalmente

(HOWELER, 1982; SILVA et al., 2000). Embora a eficiência de uso do nitrogênio pelas folhas influencie positivamente a matéria seca das raízes, independentemente da massa da parte aérea (EL-SHARKAWY et al., 1990), Cock et al., (1979) afirmam que a produção de raízes de armazenamento é diretamente influenciada pela produção total de matéria seca.

O fósforo é um elemento móvel na planta e Gomes (1987) considera essencial para promover o aumento da produção de raízes, pelo fato do fósforo estar presente no processo de fosforilação, ou seja, ligado diretamente à síntese do amido. Já a deficiência deste elemento na planta determina redução da produção de parte aérea, com ramas finas e folhas estreitas. Nos estudos de Chávez (1990) verifica-se que existem clones de mandioca adaptados a baixos teores de fósforo no solo. Vários experimentos avaliaram persistem duas décadas, mais de 1600 clones de mandioca na estação experimental de Quilichao e identificaram 6 clones altamente adaptados a solos com baixa concentração de fósforo, alguns de origem brasileira, que produziram em média 12,6 t ha<sup>-1</sup>.

O potássio é essencial no processo de translocação dos carboidratos que são produzidos nas folhas e se acumulam nas raízes, portanto é fundamental no rendimento de matéria seca total. Quando em deficiência provoca ramificação excessiva, porém sem aumento da produção de parte aérea, pois gera a formação de entrenós e pecíolos curtos, folhas pequenas, frequentemente apresentando clorose e necrose nas extremidades, além de diminuir a produção de raízes (ALVES e SILVA, 2003). O cálcio quando em excesso no solo pode influenciar negativamente o teor de amido das raízes, já em déficit provoca atrofia e morte do broto apical, falência do processo fotossintético e menor crescimento de raízes (EMBRAPA, 2006).

A mandioca é produzida em áreas com grande amplitude de pluviosidade. São encontradas plantações em regiões de 500 a 5000 mm anuais, sendo a faixa satisfatória entre 1000 e 1500 mm anuais (OLIVEIRA et al., 1998), distribuídos em 6 a 7 meses do cultivo. O teor de água no solo tem grande influência na produtividade final de raízes nos primeiros cinco meses após o plantio, quando se desenvolvem as raízes adventícias e tuberosas. O déficit hídrico, nesta fase, pode causar perdas, que variam, de 32 a 60% (ALVES, 2002), após este período a queda na produção não é significativa.

Alcançar uma densidade de cultivo por hectare ótima para a cultura de mandioca consiste uma forma econômica de aumentar a produtividade. Normalmente, a

mandioca é plantada em arranjos espaciais adaptados para a mecanização da cultura, que se empregam as práticas culturais, o preparo de solo, o plantio e a colheita, muitas vezes não levando em conta a biologia da planta.

A densidade de plantio em lavouras de mandioca é bastante variável em função do local ou ecossistema. Aspectos da variedade, leia-se arquitetura do dossel, fertilidade do solo, manejo de pragas, destino comercial das raízes e predileção à produção de parte aérea ou raízes tuberosas, devem ser levados em conta para o estabelecimento do número de plantas na área. No Brasil o espaçamento médio entre as linhas de plantio é de 1,00 a 1,30 (LORENZI, 2003), ajustes na distância entre as plantas da mesma linha geram populações entre 10000 e 20000 plantas ha<sup>-1</sup> (AGUIAR, 2003).

Willians e Ghazali (1974) postularam que variedades de menor porte geralmente possibilitam maiores densidades populacionais devido principalmente a menor competição por luz, enquanto as variedades com maior porte e mais ramificadas necessitam de menores densidades de plantio. A partir deste fato Oliveira et al. (1998), realizaram trabalho com três cultivares de mandioca de porte e arquitetura distintos, demonstrando que o aumento da densidade de plantio em cultivares de porte baixo, sem ramificação, causa aumento no rendimento de raízes. Todavia, os demais cultivares, de porte alto e esgalhado, não tiveram diferenças significativas entre as densidades avaliadas, reiterando Willians e Ghazali (1974).

Existe um consenso entre vários autores quanto à utilização de maiores densidades populacional para o plantio de mandioca em solos de baixa fertilidade, e menores densidades em solos de alta fertilidade (AGUIAR, 2011). Isso ocorre, pois plantas que se desenvolvem em solos de alta fertilidade tendem a apresentar maior vigor, ou seja, maior desenvolvimento de parte aérea e exigência em nutrientes e luz, gerando competição entre plantas. De maneira adversa, plantas que se desenvolvem em solos de baixa fertilidade têm crescimento reduzido, assim como as exigências em nutrientes e luz, promovendo menor competição entre plantas (NORMANHA e PEREIRA, 1962; LORENZI, 2003).

O manejo da densidade de plantio pode auxiliar no controle de plantas daninhas da cultura. Segundo Peressin (2010), quando existe alta população de plantas daninhas em determinada área, densidades de plantio mais altas possuem maior capacidade de competir com as plantas daninhas, em contraste com baixas densidades.

Oliveira et al. (2010), comentam que a poda da parte aérea das plantas de mandioca pode ser constituída como uma estratégia aparentemente eficiente e viável, embora seja necessário o refinamento de estudos sobre a interação da poda com as disponibilidades agroclimáticas locais, para a sua recomendação.

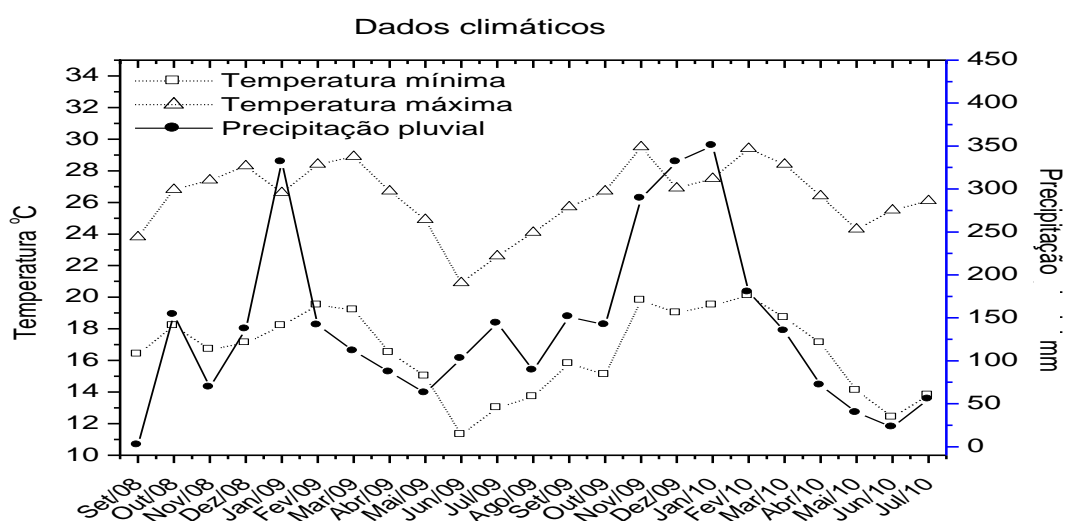
Os efeitos nos componentes de produção e valor nutritivo tanto das raízes, quanto da parte aérea, são influenciados pela época de poda. Os resultados encontrados na literatura são controversos. Em algumas investigações o efeito da poda é positivo, outros negativo, dependendo da fase fenológica na qual a planta é podada (CONCEIÇÃO, 1981; TAKAHASHI e GUERINI, 1998; SAGRILO et al., 2003; AGUIAR et al., 2011). Segundo Aguiar et al. (2011) e Andrade (2010) as podas realizadas após o primeiro repouso fisiológico, causam redução do teor de matéria seca de raízes e conseqüentemente do amido (BORGES et al., 2002). Em relação à parte aérea, podas realizadas após o primeiro ciclo vegetativo diminuem o valor da proteína bruta, tanto em porcentagem quanto em produtividade (SAGRILO et al., 2003).

### **3. MATERIAL e MÉTODOS**

#### **3.1. Local e ambiente de instalação do experimento**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Lageado (22° 51' de latitude Sul e 48° 26' de longitude Oeste, com 786 m de altitude), pertencente à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), campus de Botucatu, no decorrer dos anos 2008/2010.

O clima da região é classificado como B<sub>2r</sub>B'<sub>3a</sub>', clima úmido com pequena deficiência hídrica em abril, julho e agosto segundo a classificação de Thornthwaite (CUNHA E MARTINS, 2009). Foram coletados dados diários, transformados em médias mensais, da temperatura máxima e mínima além da precipitação, do período do ensaio (Figura 1), em estação automática localizada na área experimental.



**Figura 1.** Médias mensais de temperaturas máxima, mínima e precipitação mensal do período experimental, na Fazenda Experimental Lageado, Botucatu.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho distroférico estruturado (CARVALHO et al., 1983) de textura argilosa. Previamente as instalações do experimento, foram realizadas análises químicas (RAIJ et al., 1996) e granulométricas (EMBRAPA, 1997) do solo (Tabela 2).

**Tabela 2.** Análises químicas e granulométricas do solo nas profundidades 0-20 e 20-40 cm da área experimental.

Profundidade cm	pH	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P <sub>resina</sub> mg dm <sup>-3</sup>	Al <sup>3+</sup> ----- mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
0 - 20	5	21	15	0	44	2,9	30	13	46	90	52
20 - 40	5	16	8	0	38	1,5	28	14	43	81	53
-	Bo	Cu	Mn	Zn	Fe	Areia	Silte	Argila	Textura		
-	----- mg dm <sup>-3</sup>			----- g kg <sup>-1</sup>							
0 - 20	0,38	10,5	79,4	1,7	16	-	-	-	-	-	-
20 - 40	0,35	8,1	30,1	0,6	7	217	567	216	Argilosa		

### 3.2. Tratamentos e análise estatística dos dados

Foram estudados 10 tratamentos, sendo 9 épocas de poda e uma testemunha absoluta sem poda. As podas foram realizadas mensalmente, de abril a dezembro de 2009 (Tabela 3). A colheita foi realizada aos 22 meses após o plantio (22 MAP). As análises bromatológicas, de raízes e parte aérea, foram realizadas em materiais amostrados na colheita.

**Tabela 3.** Tratamentos, meses após o plantio (MAP), meses antes da colheita (MAC), datas e intervalos, em dias, entre as podas realizadas.

	Tratamentos	MAP	MAC	Épocas	Data da poda	Intervalo (dias)
1	Abr/2009	7	15	Abril	16/04/2009	-
2	Mai/2009	8	14	Maio	27/05/2009	41
3	Jun/2009	9	13	Junho	24/06/2009	28
4	Jul/2009	10	12	Julho	30/07/2009	36
5	Ago/2009	11	11	Agosto	21/08/2009	22
6	Set/2009	12	10	Setembro	29/09/2009	39
7	Out/2009	13	09	Outubro	29/10/2009	30
8	Nov/2009	14	08	Novembro	25/11/2009	27
9	Dez/2009	15	07	Dezembro	21/12/2009	26
10	Testemunha	22	00	-	-	-
				Média	-	31

Os dados referentes aos parâmetros avaliados foram submetidos análise de variância e Teste F, considerando o delineamento em blocos casualizados completos com 10 tratamentos, quatro repetições, com nível de significância de 5%, com auxílio do procedimento GLM (General Linear Models) do programa SAS (Statistical Analysis System) versão 9.0 (SAS, 1999).

### 3.3. Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi efetuado com duas gradagens aradoras a profundidade de 25 cm, seguidas de gradagem para o nivelamento do solo. Foi aplicado, em

pré-semeadura, incorporado com gradagem leve, dose única de 2 L ha<sup>-1</sup> de Trifluralin®, na concentração de 450 g i.a. L<sup>-1</sup>.

O plantio foi realizado manualmente, em sulcos, com espaçamento entre linhas de 1 metro, na profundidade de 0,10 m e manivas dispostas a distâncias em 0,8 m entre manivas na linha, o que gerou uma densidade de plantio de 12500 plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação foi realizada no sulco de plantio, com 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula NPK 08-28-16 + 0,5 Zn, considerando os resultados de análise química do solo e recomendações de Lorenzi et al. (1996). Os tratamentos foram implantados em parcelas de 48 plantas, constituídas de 4 linhas de 12 plantas. A parcela útil foi constituída pelas duas linhas centrais da parcela, num total de 20 plantas.

O plantio de manivas com 0,20 m de comprimento, da variedade IAC-14, foi efetuado em 24 de setembro de 2008.

Sete dias após o plantio, em pré-emergência, foi realizada aplicação de 5 L ha<sup>-1</sup> de Sinerge (Ametrina e Clomazone, 300 + 200 g i.a. L<sup>-1</sup>).

No primeiro ciclo vegetativo, o controle das plantas daninhas foi realizado através de duas capinas manuais, dezembro de 2008 e março de 2009. No segundo ciclo vegetativo, o controle foi realizado com uma capina, novembro de 2009 e uma aplicação de herbicida Glifosate (300 g i.a. L<sup>-1</sup>), na dose de 4 L ha<sup>-1</sup> em fevereiro de 2010.

A colheita das raízes foi realizada entre 21 e 29 de julho de 2010, manualmente depois do empolamento do solo.

### **3.4. Aplicação dos tratamentos**

A poda foi realizada a uma altura aproximada de 0,10 m tanto nas épocas pré-estabelecidas, quanto no momento da colheita. A massa de matéria fresca da parte aérea nas épocas de poda e na colheita foram determinadas logo após a poda. A produção total de parte aérea fresca consistiu da soma das produções de parte aérea fresca na poda e na colheita.

Dentre as plantas podadas em cada parcela, foi separada, aleatoriamente, a parte aérea de três plantas, que foram trituradas em picador forrageiro. Desse

material retirou-se uma amostra de aproximadamente 400 g, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C, até massa constante. O teor de matéria seca da parte aérea (%) foi determinado pela diferença relativa em porcentagem entre as massas das amostras úmidas e secas. A partir dos teores de matéria seca e da produtividade total de matéria fresca de parte aérea de cada parcela, efetuou-se o cálculo da produtividade total de matéria seca, em t ha<sup>-1</sup>.

$$\%MS\_PA = 100 - \{(\text{Peso Fresco} - \text{Peso Seco})/\text{Peso Fresco}\} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{Prod.}_PA = \text{Peso Fresco Médio Plantas Amostradas} \times \text{Densidade Plantio} \quad (3.2)$$

$$\text{Prod.}_MS\_PA = \text{Prod.}_PA \times \%MS\_PA \quad (3.3)$$

A massa da matéria fresca das raízes foi determinada logo após a colheita de cada parcela. Dentre as raízes colhidas em cada parcela, foram separadas, aleatoriamente, 10 raízes, posteriormente picadas em máquina de fazer raspa. Retirou-se uma amostra de aproximadamente 400 g de cada tratamento, que foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 60 °C até peso constante. A partir dos teores de matéria seca e da produtividade de matéria fresca de raízes de cada parcela, efetuou-se o cálculo da produtividade de matéria seca de raízes em t ha<sup>-1</sup>.

Foram realizadas análises bromatológicas nas amostras de parte aérea e raízes recolhidas no campo experimental. No Laboratório de Análises Químicas do Centro de Raízes e Amidos Tropicais (CERAT), da UNESP-Botucatu foram realizados análises de matéria seca, amido, açúcares totais, cinzas e proteína bruta. As análises de extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente ácido e fibra em detergente neutro foram feitas no Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), UNESP-Botucatu. Valores de nutrientes digestíveis totais, extrato livre de nitrogênio, energia metabolizável e energia digestível foram calculados a partir de equações pré-estabelecidas.

Para a determinação de cinza ou matéria mineral foi utilizada metodologia proposta por AOAC (1984). A quantificação da proteína bruta (PB), ou seja, do nitrogênio proteico e outros compostos nitrogenados não proteicos, como aminas, amidas,

lecitinas, nitrilas e aminoácidos, foi realizada pelo método de Kjeidahl (AOAC, 1984). O teor de extrato etéreo (%) foi alcançado após submissão da amostra seca à extração com éter de petróleo (VAN SOEST, 1991). A porcentagem de fibra bruta (FB) foi determinada pela metodologia descrita por AOAC (1990). A porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN) é composta por celulose, hemicelulose e proteína lignificada e é quantificada pela digestão da amostra em uma solução detergente neutro (VAN SOEST, 1991). A porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA) foi determinada segundo VAN SOEST (1991).

A porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculada diferentemente para raiz e parte aérea. Para a raiz foi utilizada metodologia proposta por Kearl, 1982 e para a parte aérea Capelle et al., (2001).

$$\% \text{NDTraiz} = 40,2625 + 0,1969 \times \text{PB} + 1,1903 \times \text{EE} - 0,1379 \times \text{FB} \quad (3.4)$$

$$\% \text{NDTpa} = 91,6086 - 0,669233 \times \text{FDN} + 0,437932 \times \text{PB} \quad (3.5)$$

Para a quantificação de amido nas raízes de mandioca foi utilizado metodologia proposta pelo Instituto Adolf Lutz (1985). Os açúcares totais, tanto da parte aérea quanto na raiz, foram determinados pelo método de Somogy (1945).

A porcentagem do extrato livre de nitrogênio (ELN) foi calculada segundo Winton e Winton, 1947.

$$\% \text{ELN} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FB} + \text{Cinzas}) \quad (3.6)$$

Sendo: PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo e FB = fibra bruta.

A energia metabolizável para aves (EM\_aves) foi calculada segundo Moir et al. (1980) pela expressão matemática:

$$\text{EM\_aves} (\text{MJ kg}^{-1} \text{MS}) = 3,75 \times \text{PB} + 8,09 \times \text{EE} - 6,95 \times \text{FB} + 3,94 \times \text{ELN} \quad (3.7)$$

Sendo: PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta e ELN = extrato livre de nitrogênio.

A energia digestível para coelhos (ED\_coelhos) foi calculada a partir da expressão proposta por Ortiz et al. (1989).

$$ED\_coelhos \text{ (MJ kg}^{-1} \text{ MS)} = 84,93 - 1,134 \times FDA \quad (3.8)$$

Sendo: FDA = fibra detergente neutro

A energia metabolizável para ruminantes (EM\_rum) foi calculada segundo NRC (1985).

$$EM\_rum \text{ (Mcal kg}^{-1} \text{ MS)} = NDT \times 0,04409 \quad (3.9)$$

Sendo: NDT = nutrientes digestíveis totais.

As produtividades de cinzas, extrato etéreo, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, nutrientes digestíveis totais, açúcares totais, amido, extrato livre de nitrogênio, energia metabolizável aves, energia digestível coelhos e energia metabolizável ruminantes foram calculados pela multiplicação da produtividade das raízes pela porcentagem de cada elemento, ambos na matéria seca. A produtividade destes mesmos elementos bromatológicos e energéticos da parte aérea foram calculados pela multiplicação da produtividade e os teores, em base seca, na colheita.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Concentração, produtividade e parâmetros bromatológicos da parte aérea**

A porcentagem de matéria seca e a produtividade em massa seca, da parte aérea da mandioca no momento da colheita, foram afetadas pelos tratamentos impostos, Tabela 4. Aos 14 e 15 meses após o plantio (MAP), o valor de matéria seca é superior aos demais, 33,71% e 34,25, sendo semelhante os tratamentos abr/2009, mai/2009, jun/2009 e jul/2009. Poda realizada no mês de setembro gerou a menor média de teor de matéria seca, 26,69, assemelhando ainda às podas realizadas aos 10, 11 e 13 MAC e ao tratamento sem poda. Valores medianos foram encontrados nos demais tratamentos.

**Tabela 4.** Conteúdo (%) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>), em base seca, da parte aérea integral de mandioca colhida aos 22 meses após o plantio (MAP), oriunda de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	MAC	Massa Fresca		Matéria Seca		Massa Seca	
			t ha <sup>-1</sup>		%		t MS ha <sup>-1</sup>	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	17,61	bcd	31,48	abc	5,54	bcde
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	17,84	bcd	31,20	abc	5,56	bcde
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	22,85	bc	32,33	ab	7,39	abc
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	23,54	bc	30,00	abcd	7,06	abcd
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	28,57	ab	28,96	bcd	8,27	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	22,60	bc	26,69	d	6,03	bcde
<b>out/09</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	13,70	cd	27,22	cd	3,73	de
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	13,23	cd	33,71	a	4,46	cde
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	8,24	d	34,25	a	2,82	e
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	<b>0</b>	37,25	a	28,14	bcd	10,48	a
<b>Média</b>			20,54		30,40		6,14	
<b>CV (%)</b>			22,47		5,79		23,33	
<b>DMS</b>			11,22		4,28		3,48	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa; MAC – meses antes da colheita.

A produtividade em massa fresca, t ha<sup>-1</sup>, foi superior no tratamento sem poda, 22 MAP, semelhante ao tratamento podado aos 11 meses, tanto em massa fresca, quanto seca. Quando a planta foi podada aos 13, 14 e 15 meses e colhida nove, oito e sete meses após, a produtividade de matéria fresca é reduzido, em relação aos demais tratamentos.

Moura e Costa (2001) estudando frequências e alturas de poda em variedades do Norte do país, não encontraram diferença no rendimento de matéria fresca da parte aérea, podadas aos 6, 12 e 18 MAP, ou 12 e 18 MAP ou somente aos 18 MAP, com exceção da cultivar Paxiubão, que com poda única teve seu rendimento reduzido. A maior produtividade foi encontrada na cultivar Pretinha, 72,44 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca e a menor 34,16 t ha<sup>-1</sup>, cultivar Paxiubão, para cortes com 0,5 m de altura. Quando a intensidade de poda foi menor, cortes a 1,0 m de altura, a cultivar Paixubão alcançou 79,77 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca, a maior média, com cortes aos 6, 8 e 12 MAP e a mesma, quando podada somente aos 18 MAP obteve a menor média, 33,28 t ha<sup>-1</sup> de matéria fresca.

O teor de matéria seca no momento da poda pode ser observado na Tabela 5. Observa-se que os tratamentos impostos afetaram o conteúdo de matéria seca na poda. A parte aérea colhida no mês de maio, ou seja, 8 meses após o plantio (MAP) obteve a maior porcentagem de matéria seca, 33,74% MS, semelhantemente aos tratamentos 9, 10 e 13 MAP, enquanto que podas tardias, realizadas 14 e 15 MAP obtiveram as menores médias, ambos 23,65% MS, sendo análogo as podas realizadas aos 7, 11 e 12 MAP.

**Tabela 5.** Conteúdo (%) e produtividade (t ha<sup>-1</sup>), em base seca, da parte aérea integral de mandioca, colhidas no momento da poda, em diferentes meses após o plantio (MAP).

Tratamento	MAP	MAC	Massa Fresca		Matéria Seca		Massa Seca		Total	
			t ha <sup>-1</sup>		%		t MS ha <sup>-1</sup>		t MS ha <sup>-1</sup>	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	43,93	ab	25,93	cd	11,39	ab	16,93	abc
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	33,64	b	33,74	a	11,35	ab	16,91	abc
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	39,77	ab	29,08	abc	11,57	ab	18,98	ab
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	43,67	ab	31,10	abc	13,58	a	20,64	a
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	39,61	ab	26,15	cd	10,36	ab	18,66	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	41,78	ab	27,23	bcd	11,38	ab	17,30	abc
<b>out/09</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	37,78	ab	29,24	abc	11,05	ab	14,82	bcd
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	50,20	a	23,65	d	11,87	ab	16,34	abc
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	40,78	ab	23,65	d	9,64	b	12,42	cd
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	<b>0</b>	-	-	-	-	-	-	10,48	d
<b>Média</b>			41,24		27,75		11,35		16,35	
<b>CV (%)</b>			12,90		7,06		13,01		14,02	
<b>DMS</b>			12,69		4,71		3,55		5,57	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa; MAC – meses antes da colheita.

Em relação à produtividade, t ha<sup>-1</sup>, da matéria fresca, as respostas foram invertidas. O tratamento com menor teor de matéria seca (novembro, 14 MAP), obteve a maior produtividade em base fresca, semelhantemente aos demais tratamentos, com exceção da poda realizada no mês de maio. Quando calculada a produtividade em massa seca, o tratamento 10 MAP, que permanecera intermediário em relação à porcentagem de matéria seca e produtividade em massa fresca, se tornou o mais produtivo, 13,58 t ha<sup>-1</sup>, análogo aos demais tratamentos, excluindo o tratamento 15 MAP, com menor teor de matéria seca. A produtividade total, que corresponde a soma dos valores de produtividade em matéria seca, do

material no momento da poda e da colheita, também foi afetada pelos tratamentos estudados. A poda realizada em julho, alavancada pela produtividade no momento da poda, obteve a maior média, 20,64 t ha<sup>-1</sup>, analogamente aos tratamentos 7, 8, 9, 11, 12 e 14 MAP, em relação aos demais tratamentos. Quando a poda não foi realizada o acúmulo foi menor, 10,48 t ha<sup>-1</sup>.

A baixa porcentagem de matéria seca encontrada nos tratamentos 14 e 15 MAP deve-se, provavelmente pela relação entre haste e folhas ser pequena, o que pode ser observado na matéria fresca, onde folhas e pecíolos possuem maior quantidade de matéria fresca do que hastes (FERRARI et al. Dados não publicados).

Não foram observadas diferenças nos parâmetros relacionados ao extrato etéreo da parte aérea, a porcentagem de matéria seca atingiu média de 1,18, com coeficiente de variação (CV) igual a 37,41%. Em relação a fenos de parte aérea de mandioca Carvalho et al. (2006) encontraram valor médio de 6,04%, valor superior a Pinho et al. (2004), que ao utilizar diferentes formas de silagem de parte aérea de mandioca, tiveram como média 3,69% de EE na MS e Modesto et al. (2009), 5,47%.

O maior teor de porcentagem de proteína bruta (PB) foi encontrado no tratamento podado aos 15 meses após o plantio (MAP), 7,49%, Tabela 6. Quando a poda não foi realizada, 8, 9, 11, 12, 13 e 22 MAP, os valores de PB, na base, seca foi inferior aos demais. Valores intermediários foram encontrados nos tratamentos restantes. Porém, em relação à produtividade da referida variável, o tratamento podado em dezembro alcançou a maior média, 366,11 kg ha<sup>-1</sup>, juntamente com as podas realizadas aos 7, 9, 10, 11, 12 e 14 MAP.

**Tabela 6.** Conteúdo (%) e produtividade (kg ha<sup>-1</sup>), em massa seca, de proteína bruta (PB) da parte aérea integral mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	MAC	PB		Produtividade de PB	
			% na MS		kg ha <sup>-1</sup>	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	4,16	c	230,38	abc
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	4,05	cd	224,60	bc
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	3,98	cd	297,88	ab
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	4,23	c	298,61	ab
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	3,79	cd	312,87	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	3,90	cd	230,04	abc
<b>out/09</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	3,96	cd	147,26	c
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	5,85	b	262,47	abc
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	7,49	a	212,72	bc
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	<b>0</b>	3,51	d	366,11	a
<b>Média</b>			4,49		258,29	
<b>CV (%)</b>			5,73		22,44	
<b>DMS</b>			0,62		0,14	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa; MAC – meses antes da colheita.

Fasae et al. (2009) encontraram valores acima de 16% de PB em plantas podadas aos 4, 5, 6 e 7 MAP e Rosero (2002), acima de 20%. Estes dados, 4 a 6 vezes maiores do que relatado na Tabela 14, são explicados pela densidade de plantio, em ambos os casos densidades superiores a 100.000 plantas ha<sup>-1</sup>, caso inverso ao encontrado no presente experimento (12.500 plantas ha<sup>-1</sup>). Altas densidades causam diminuição da massa individual da planta, mas que em termos de produtividade, ocasiona crescimento linear, com contribuição principal de hastes, ricas em folhas.

Quando mais jovem a parte aérea da mandioca, maior o conteúdo de proteína bruta, em ocasião da menor idade e maior quantidade de folhas (ROSETO, 2002). Plantas podadas em dezembro, no momento da colheita tinham apenas 7 meses de crescimento, ocasionando maior valor de PB, antagonicamente ao tratamentos sem poda (22 MAP) que obteve menor valor. Porém este mesmo tratamento foi inflacionado, no quesito produtividade, pelo maior acúmulo de parte aérea em relação aos demais.

Sagrilo et al. (2003) encontrou efeito linear em relação às épocas de corte dos 13 aos 21 meses após o plantio e o teor de proteína bruta das folhas em todas as

variedades estudadas (Mico, Fibra, IAC-13, Fécula Branca e IAC-14), com maiores médias em plantas cortadas aos 12 MAP e menores aos 21 MAP, uma redução de 66%. Segundo Carvalho et al. (1985) ocorre uma relação inversa do teor de proteína bruta da parte aérea e o conteúdo de amido nas hastes. Não foi encontrado neste estudo correlação plausível entre a proteína bruta e amido nas raízes, assim como no relato de Sagrilo et al. (2003), apenas em plantas não podadas (22 MAP), onde houve uma relação inversa da quantidade de proteína na parte aérea e amido nas raízes, que pode ter ocorrido devido a baixa oferta de carboidratos para síntese de proteína, causada pelo grande acúmulo de amido nas raízes (SAGRILLO et al., 2003).

O conteúdo (% MS) de açúcares totais foi afetado pela imposição dos tratamentos, Tabela 7. A parte aérea das plantas podadas aos 10 e 14 meses após o plantio (MAP) obtiveram as maiores médias, 0,0538 e 0,0526% respectivamente, semelhante aos tratamentos 8, 11, 15 e 22 MAP.

**Tabela 7.** Conteúdo (%) de açúcares totais da parte aérea integral mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	MAC	AT	
			% na MS	
abr/09	7	15	0,0237	b
mai/09	8	14	0,0287	ab
jun/09	9	13	0,0238	b
jul/09	10	12	0,0538	a
ago/09	11	11	0,0320	ab
set/09	12	10	0,0241	b
out/09	13	9	0,0252	b
nov/09	14	8	0,0526	a
dez/09	15	7	0,0446	ab
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	<b>0</b>	0,0403	ab
<b>Média</b>			0,03	
<b>CV (%)</b>			31,50	
<b>DMS</b>			0,0267	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa; MAC – meses antes da colheita.

Em relação à porcentagem de fibra bruta (FB) na parte aérea integral da planta de mandioca, o teste estatístico identificou dois grupos de respostas, Tabela 8. A poda realizada nos meses de novembro e dezembro, ou seja, aos 14 e 15 meses após o plantio (MAP) resultaram em menores médias, 31,26 e 29,51% respectivamente. Os demais tratamentos obtiveram valores superiores, em média 39,58%.

**Tabela 8.** Conteúdo (%) de fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da parte aérea integral mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	MAC	FB		FDN		FDA		NDT	
			% na MS		% na MS		% na MS		% na MS	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	38,35	a	56,44	ab	46,20	a	52,01	bc
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	38,50	a	57,97	ab	46,39	a	51,03	bc
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	40,77	a	58,74	ab	49,12	a	50,55	bc
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	39,80	a	61,45	a	49,22	a	48,63	c
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	38,92	a	54,24	ab	43,94	ab	53,65	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	41,06	a	59,08	ab	50,54	a	50,36	bc
<b>out/09</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	37,93	a	53,72	b	43,84	ab	53,92	ab
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	31,26	b	46,05	c	36,73	bc	58,23	a
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	29,51	b	45,42	c	35,55	c	57,93	a
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	<b>0</b>	41,29	a	60,72	ab	50,62	a	49,43	bc
<b>Média</b>			37,74		55,38		45,22		52,57	
<b>CV (%)</b>			5,70		5,37		6,67		3,70	
<b>DMS</b>			5,23		7,23		7,34		4,73	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa; MAC – meses antes da colheita.

Em experimento sobre o valor nutritivo de fenos e silagens da parte aérea de mandioca Pinho et al. (2004), observaram 29,3% de FB em silagens e 30,5% em feno da parte aérea de mandioca colhida aos 12 meses após o plantio. Estes valores são inferiores aos encontrados neste experimento, porém não foi especificado pelos autores a variedade utilizada para a confecção dos alimentos, provavelmente seja uma variedade com menor produção de parte aérea e principalmente hastes.

A poda realizada em novembro e dezembro provocou redução máxima do teor de FDN na parte aérea da planta de mandioca, 46,05 e 45,42% respectivamente, Tabela 8.

A quantificação da fibra em detergente neutro (FDN), da parte aérea, é mais comum na literatura acerca do uso da planta de mandioca na alimentação animal. Fasaie et al. (2009) estudando a folhagem de mandioca para pequenos ruminantes, com plantas podadas aos 4, 5, 6 e 7 meses após o plantio (MAP) e plantas sem poda colhidas aos 12 MAP, encontraram valores de 51,0, 51,9, 52,8, 53,0 e 56,3% de FDN na matéria seca. O tratamento sem poda ocasionou maior valor de FDN, em relação aos demais tratamentos. Ferreira et al. (2009) encontraram 37,97% de FDN em plantas podadas aos 12 MAP e 37,61% quando também podadas aos 12 MAP, porém com corte de uniformização aos 9 MAP. Para ovinos em crescimento Tien et al. (2005), em feno da rama da mandioca encontraram 39,5% de FDN na matéria seca e Phengvichith e Ledin (2007), 40,3%. Carvalho et al. (2006) estudando a degradabilidade ruminal em alguns alimentos para ruminantes, encontraram 47,76% de FDN na parte aérea de mandioca, menor valor em relação ao capim-elefante, palma e guandu.

As podas da parte aérea realizadas em dezembro e novembro provocaram queda na porcentagem na matéria seca da fibra em detergente ácido (FDA), em relação aos demais tratamentos, Tabela 8. A poda feita aos 22 meses após o plantio (MAP) foi semelhante aos demais tratamentos, com exceção ao tratamento nov/2009.

Assim como o FDN os valores de fibra em detergente ácido (FDA) também é explorado em pesquisas sobre o uso da parte aérea da mandioca na alimentação animal. Valores médios de 33,8%, 28,11%, 23,57%, 30,7% e 29,7% são encontrados para folhas de mandioca (FASAE et al., 2009), feno (CARVALHO et al., 2006), parte aérea total (FERREIRA et al., 2009), folhagem (PHENGVICHITH e LEDIN, 2007) e feno (TIEN et al., 2005), respectivamente.

A porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi afetada pelos tratamentos estudados. Quando a poda foi realizada 14 e 15 meses após o plantio (MAP), o valor foi superior, sendo igual aos tratamentos podados aos 11 e 13 MAP. O oposto ocorreu quando as plantas foram podadas aos 7, 8, 9, 10, 12 e quando a poda foi ausente.

Não foram encontradas diferenças no conteúdo (CV = 18,50%) de cinzas na parte aérea integral de mandioca, com os tratamentos impostos. Em média, a parte aérea obteve 6,94% de cinzas.

A quantidade de cinzas da parte aérea da planta de mandioca é bastante variável na literatura. Segundo Ferreira et al. (2009) a parte aérea integral da mandioca podada aos 12 MAP, com ou sem uniformização aos 9 MAP, possui em média 6,88% de cinzas na MS. Estes valores são inferiores em relação aos fenos de parte aérea de mandioca, encontrados por Carvalho et al. (2006) e Tien et al. (2005) valores como 14,64% e 10,7%, respectivamente. As silagens da folhagem de mandioca possuem valores intermediários de cinzas. Pinho et al. (2004) e Santos et al. (2009) mensuraram valores de 4,16% e 7,57%, respectivamente. Os valores encontrados na Tabela 20 se assemelham aos valores de Ferreira et al. (2009), na parte aérea integral de mandioca e as silagens estudadas por Pinho et al. (2004) e Santos et al. (2009).

Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos estudados, em relação ao conteúdo de extrato livre de nitrogênio (ELN) da parte aérea, em média o valor foi de 50,39%, com coeficiente de variação de 7,07%.

#### **4.1.1 Considerações gerais sobre a consequência da poda para a parte aérea da mandioca**

O acúmulo de MS da parte aérea é maior no período entre o plantio e a realização da poda, independentemente da época de poda, Tabela 9, o que sugere padrão diferente de translocação e acúmulo de nutrientes para o reestabelecimento da parte aérea. Quando a planta foi podada sete, oito e nove meses antes da colheita a proporção de acúmulo foi superior, 60,77%, do que as plantas podadas aos sete, oito e nove meses após o plantio, 59,09%, o que sugere que a manutenção das hastes após o repouso fisiológico é fator primordial para o maior acúmulo de matéria seca da parte aérea. Em relação ao acúmulo entre plantas podadas e não podadas, o acúmulo é maior em plantas podadas.

Plantas podadas antes do repouso tiveram menores porcentagens de proteína bruta na matéria seca, porém maiores produtividades, pelo motivo do acúmulo da parte aérea das plantas podadas tardiamente ser menor em relação às podas realizadas

precocemente o rendimento deste componente da parte aérea foi inferior. Em relação a fibra bruta, fibra em detergente neutro e ácido, plantas podadas antes do repouso tiveram maiores porcentagens na matéria seca, isso porque possuíam mais folhas e hastes jovens em relação aos tecidos mais velhos, podas realizadas mais próximas à data de plantio.

De maneira geral a poda realizada até 10 meses após o plantio, ou seja, julho, mês no qual a planta estava em repouso fisiológico, todos os parâmetros nos quais o efeito da poda foi observado pelo teste estatístico, em média os acúmulos foram superiores em relação à média das demais épocas de poda.

**Tabela 9.** Comparação de parâmetros fitotécnicos e bromatológicos da parte aérea antes e depois do repouso fisiológico da planta de mandioca.

Fase	PA Total		PA		FB		PB		PB		FDN		FDA	
	t MS ha <sup>-1</sup>		% Total		% MS		t MS ha <sup>-1</sup>		% MS					
<b>Antes Repouso</b>	18,36	a	59,58	a	39,35	a	4,74	a	0,26	a	39,4	a	47,7	a
<b>Depois Repouso</b>	15,01	b	59,01	b	36,66	b	4,1	b	0,25	b	36,7	b	43,5	b
<b>CV</b>	15,43		8,07		5,7		6,39		23,51		5,7		6,4	
<b>DMS</b>	1,66		3,15		1,41		0,18		0,04		1,41		1,9	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

#### 4.2. Concentração, produtividade e parâmetros bromatológicos de raiz

O conteúdo da matéria seca (%) na raiz da mandioca foi afetado pela época de poda, Tabela 10. A produtividade, em toneladas de matéria fresca por hectare (t MF ha<sup>-1</sup>), não foi afetada, tendo média no ensaio de 27,85 t MF ha<sup>-1</sup>. A produtividade de matéria seca na raiz obteve respostas semelhantes ao do conteúdo de matéria seca de cada tratamento.

**Tabela 10.** Conteúdo (%) e produtividade em bases fresca e seca ( $t\ ha^{-1}$ ), de raízes de mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	Massa Fresca		Matéria Seca		Massa Seca	
		$t\ ha^{-1}$		%		$t\ MS\ ha^{-1}$	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	26,98	a	39,94	ab	10,82	ab
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	30,43	a	42,80	a	13,03	a
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	30,59	a	40,93	a	12,52	ab
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	31,78	a	41,42	a	13,17	a
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	27,95	a	40,86	ab	11,48	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	24,15	a	39,50	ab	9,54	ab
<b>out/09</b>	<b>13</b>	24,71	a	35,01	b	8,74	b
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	27,21	a	37,11	ab	10,10	ab
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	24,61	a	37,60	ab	9,28	ab
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	30,12	a	41,39	a	12,48	ab
<b>Média</b>		27,85		39,66		11,12	
<b>CV (%)</b>		12,65		6,12		15,42	
<b>DMS</b>		8,57		5,91		4,17	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Andrade et al. (2011), não encontraram diferença na produtividade, em matéria seca, de raízes de plantas de mandioca podadas em diferentes épocas do ano porém, no tratamento sem poda a produtividade de raiz foi inferior em relação aos tratamentos podados. As podas, no referido experimento, ocorreram a partir dos 8 meses após o plantio (MAP) e efetuadas mês a mês até 20 MAP. Em estudo semelhante, Oliveira et al. (2010), também encontraram diferença na produtividade de raízes tuberosas entre os tratamentos podados e sem poda. Sagrilo, et al. (2003), encontraram efeito cúbico na concentração de matéria seca de raízes de mandioca, da variedade IAC-14, podada mensalmente dos 12 aos 21 MAP.

A redução na massa de raízes se deve ao consumo de reservas da planta de mandioca, localizada principalmente nas raízes tuberosas, para quebra de dormência das gemas vegetativas e crescimento das folhas (ANDRADE, et al., 2011; OLIVEIRA, et al., 2010). Isso explica o fato da poda realizada apenas 7, 8 e 9 meses antes da colheita, resultarem em baixa porcentagem de matéria seca de raízes. E podas feitas em períodos mais distantes da época de colheita apresentaram maiores porcentagens de matéria seca e produtividade. As

podas realizadas aos 12, 13 e 15 MAP obtiveram menor produtividade, devido a reestruturação total da parte aérea no segundo ciclo vegetativo, associado com ocorrência de chuva e temperaturas adequadas para o crescimento vegetativo (SAGRILO et al., 2003; EL-SHARKAWY et al., 1984).

Em relação ao amido contido nas raízes de mandioca, o efeito da poda foi detectado, Tabela 11. Quando a parte aérea foi podada no mês de junho, ou seja, 9 meses após o plantio (MAP), a raiz de mandioca obteve menor conteúdo de amido (71,06%), diferentemente das demais épocas de poda.

**Tabela 11.** Conteúdo (%) e produtividade em massa seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de amido de raízes de mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	Amido		Produtividade de Amido	
		% na MS		$t\ ha^{-1}$	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	87,53	a	9,53	a
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	82,88	a	10,77	a
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	71,06	b	8,88	a
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	90,61	a	11,94	a
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	88,07	a	10,21	a
<b>set/09</b>	<b>12</b>	79,54	a	7,63	a
<b>out/09</b>	<b>13</b>	87,39	a	7,71	a
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	90,00	a	9,09	a
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	90,45	a	8,42	a
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	90,88	a	11,32	a
<b>Média</b>		85,84		9,55	
<b>CV (%)</b>		7,50		18,81	
<b>DMS</b>		15,66		4,37	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Marques et al. (2000), em estudo sobre a substituição do milho pela raiz de mandioca e outros alimentos encontraram 82,5% de amido na MS, porém assim como Michelin et al. (2007), que observaram 55,35% amido na MS, não especificaram a variedade estudada. A variedade IAC-14 selecionada pela obtenção de maior porcentagem e produtividade de amido nas raízes e, portanto, destinada à indústria. Sagrilo et al. (2003), encontraram efeito na época de poda e variações de 56 até 75% amido na matéria seca de raiz,

da variedade IAC-14. Plantas podadas entre os 14 e 18 MAP obtiveram menores médias, em relação a plantas podadas aos 21 e 22 MAP, que foi explicado pelo fato da taxa de produção de carboidratos pela fotossíntese ser suficiente para suplantar a demanda por aqueles acumulados nas raízes.

Não foram encontradas diferenças em relação a porcentagem na matéria seca de cinzas nas raízes. O coeficiente de variação foi igual a 15,77% e a diferença mínima significativa foi de 2,38. Em média o teor de cinzas nas raízes das plantas foi de 6,21%. Campeche et al. (2011), avaliando a composição bromatológica e a digestibilidade de alguns alimentos encontrados na região semi-árida do Brasil, encontraram porcentagem de cinzas, em raízes de mandioca, mais modesto, 4,41% na matéria seca.

O conteúdo de extrato etéreo (EE) nas raízes não foi afetado pelos tratamentos épocas de poda. Em média os tratamentos continham 0,80% de EE. Azevêdo et al. (2011), em estudo do uso de coprodutos na alimentação de ruminantes, encontraram para a casca da mandioca, 0,59% de EE, valor acima do estudado por Olafadehan (2011), trabalhando com coelhos, no qual detectou na casca de mandioca sem processar 0,14% de EE na MS.

O baixo teor de extrato etéreo pode estar relacionado com a composição química da raiz e o método de extração. Ao se utilizar o éter de petróleo, além de lipídeos, outros compostos como ceras, carotenoides, clorofila e vitaminas A e D são mensurados. Sabidamente (VALDIVIÉ et al., 2011), a raiz de mandioca é pobre nestes componentes supracitados.

A característica fibra bruta (FB) de raiz de mandioca foi afetada pelos tratamentos impostos, Tabela 12. O maior valor de fibra bruta na matéria seca foi alcançado quando a parte aérea foi podada aos 12 e 15 MAP, o que correspondeu ao mês de setembro e dezembro. De tal maneira que a poda realizada aos 7, 9, 10, 11 e 14 MAP, proporcionaram as menores médias. Valores intermediários foram observados nos meses restantes.

**Tabela 12.** Conteúdo (%) de fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de raízes de mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	FB		FDN		FDA		NDT	
		% na MS		% na MS		% na MS		% na MS	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	1,64	d	3,18	c	2,25	cde	79,51	a
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	2,14	bc	3,71	bc	2,58	bc	79,37	a
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	1,71	cd	3,51	c	2,06	de	79,22	a
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	1,80	cd	3,34	c	2,17	cde	79,19	a
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	1,85	cd	3,79	bc	2,22	cde	78,98	a
<b>set/09</b>	<b>12</b>	2,75	a	4,92	ab	3,31	a	78,97	a
<b>out/09</b>	<b>13</b>	2,14	bc	3,91	abc	2,58	bc	78,91	a
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	1,50	d	3,04	c	1,81	e	78,77	a
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	2,50	ab	5,13	a	2,90	ab	78,60	a
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	2,10	bc	3,73	bc	2,53	bcd	78,57	a
<b>Média</b>		2,01		3,83		2,44		79,01	
<b>CV (%)</b>		8,73		13,65		8,10		0,75	
<b>DMS</b>		0,42		1,27		0,48		1,44	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Em experimento desenvolvido no Egito, Abd El-Back et al. (1993) encontraram valores superiores de fibra bruta em raízes de mandioca destinadas à alimentação de coelhos, em média 3,97% na MS. Gil e Buitrago (2002), em seu capítulo sobre o uso da mandioca na alimentação animal citam que Buitrago (1990) usa como recomendação 2,8% de fibra bruta na MS de raízes de mandioca, e van Poppel (comunicação pessoal), na Holanda, possui valores mais altos, 4,10% de fibra bruta na MS, e que análises feitas no CIAT, dão conta de uma porcentagem de fibra bruta na raiz de mandioca de 3,08%, na matéria seca. Os valores encontrados pelo presente trabalho são inferiores aos encontrados na literatura, porém não foi informado, em nenhum dos casos, a variedade estudada e o período de colheita.

A diferença encontrada em relação à fibra bruta pode estar relacionada com a proporção de casca das raízes de mandioca. Este elemento é mais rico em fibras do que a polpa da raiz (VALDIVIÉ et al., 2011) e os tratamentos impostos podem ter influenciado a quantidade de casca.

O conteúdo (%) de fibra em detergente neutro foi afetado pelos tratamentos impostos, Tabela 12. Quando a parte aérea da planta de mandioca foi poda aos 15

meses após o plantio (MAP), o que correspondeu ao mês de dezembro, a média foi superior aos demais tratamentos, sendo 5,13% de FDN na MS, semelhantemente aos meses de setembro e outubro.

Valdivié et al. (2011) citam que o valor médio de fibra em detergente neutro para raízes de mandioca é de 5,1% na base fresca e 2,1 na base seca. Zeoula et al. (2002), em experimento sobre a substituição do milho por fontes alternativas de energia, incluindo a mandioca, na alimentação de ruminantes, encontraram valor de FDN igual a 8,12% na MS. Trabalhos a respeito da inclusão da raiz de mandioca na alimentação animal usam a farinha de varredura como substitutiva ao milho; nestes trabalhos valores mais altos de FDN são encontrados. Zeoula et al. (2003), citam que o valor de FDN da farinha de varredura para o experimento com ovinos foi de 12,31% na MS; Caldas Neto et al. (2007) encontraram 11,1% de FDN, para compor rações para novilhos em crescimento e Abrahão et al. (2005), para resíduo de mandioca, o autor acredita ser a massa resultante da retirada do amido em feculárias, encontrou valor de 30,50% de FDN na MS, valor praticamente três vezes maior do que a farinha de varredura e oito vezes a raiz integral de mandioca. Provavelmente a extração de amido no processo de fabricação de fécula causa concentração de fibras na massa resultante, que explica a diferença encontrada.

Em relação à fibra em detergente ácido, Tabela 12, a poda afeta o conteúdo em matéria seca. Plantas nas quais a parte aérea foi removida aos 12 e 15 MAP geram maior valor de fibra em detergente ácido nas raízes. Enquanto a poda realizada no mês de novembro, dois meses posterior, a média é mais baixa, 1,82%.

Michelan et al. (2007), encontraram média de 8,57% de FDA da raspa integral de mandioca para utilização em dietas para coelhos, entre a desmama e o abate. Abrahão et al. (2005), encontrou, para o resíduo de mandioca, valor de 22,66% de FDA na matéria seca. Em ambos artigos, tanto a variedade, quanto a época de colheita, não foram especificados pelos autores. A diferença encontrada no FDA também pode ser explicada pela quantidade de casca, já que a polpa da raiz é pobre nos elementos que constituem o FDA (celulose, lignina e sílica).

Não houve diferença no conteúdo (%) de nutrientes digestíveis totais (NDT) entre os tratamentos estudados, em média possuíam 79,01%, com coeficiente de variação de 0,75%.

Em relação à farinha de varredura de mandioca, Caldas Neto et al. (2007) e Ferreira et al. (2007) verificaram valores de 80% e 90,40% de NDT na MS, respectivamente.

O conteúdo (% MS) de proteína bruta (PB) da raiz não diferiu entre os tratamentos estudados. O teor de matéria seca encontrado nas raízes de plantas podadas em diferentes épocas do ano e sem poda teve média de 1,72% e coeficiente de variação de 14,24%.

De maneira geral a raiz de mandioca, segundo Valdivié et al. (2011), tem 1,1% de PB na MS e de 2,40 a 3,19% na matéria natural. Vários autores ao confeccionarem rações experimentais utilizam do valor de proteína bruta de raiz para o perfeito balanceamento das mesmas, mesmo sendo a raiz de mandioca pobre em proteína bruta. Em avaliações de rações para ruminantes, Caldas Neto et al. (2007), encontraram 1,9% de PB na MS em farinha de varredura de mandioca, já Ferreira et al. (2007), 1,62%. Jorge et al. (2002), utilizando o mesmo ingrediente encontraram valor semelhante, 1,8%. Abd El Baky et al. (1993), na raiz integral de mandioca, encontraram em média, 5,15% de PB na MS; com a raiz integral porém farelada, Cruz et al. (2006), encontraram valor de 2,43% de PB. Abrahão et al. (2005), em estudo da massa de mandioca na alimentação de tourinhos obteve o valor de 1,92% PB. A casca da raiz de mandioca, segundo Faria et al. (2011), contém 3,94% e 4,38% de PB, na forma fresca e seca, respectivamente. Quando as raízes são transformadas em pellets ou chips o valor da proteína bruta chega a 2,5% em média (GARCIA e DALE, 1999). Observa-se que no processo de fabricação da farinha de mandioca, o teor de PB é reduzido (CALDAS NETO et al., 2007; FERREIRA et al., 2007; JORGE et al., 2002) e somente a casca da raiz de mandioca possui valores superiores (FARIA et al., 2011) e a raiz integral seca, farinhada ou não, possui valor intermediário.

Os tratamentos empregados causaram diferenças em relação ao parâmetro extrato livre de nitrogênio (ELN), Tabela 13. Tratamento oriundo de poda realizada no mês de agosto, ou aos 11 MAP, gerou o maior valor, 90,74%, semelhantemente aos 7, 8, 9, 10, 13, 14 e 22 MAP. Quando a parte aérea da planta de mandioca foi podada aos 15 MAP, o valor de conteúdo de ELN nas raízes (%MS) esteve abaixo do restante dos tratamentos, juntamente com os tratamentos mai/2009, set/2009, out/2009, nov/2009 e sem poda. Médias intermediárias foram encontradas no restante dos tratamentos.

**Tabela 13.** Conteúdo (%) em base seca ( $t\ ha^{-1}$ ) de extrato livre de nitrogênio (ELN) de raízes de mandioca colhidas aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	ELN	
		% na MS	
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	90,31	ab
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	89,03	abc
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	90,43	ab
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	90,06	ab
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	90,74	a
<b>set/09</b>	<b>12</b>	88,11	bc
<b>out/09</b>	<b>13</b>	88,92	abc
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	89,11	abc
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	87,35	c
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	88,41	abc
<b>Média</b>		89,25	
<b>CV (%)</b>		1,17	
<b>DMS</b>		2,54	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Abd El-Baky et al. (1993), encontraram, nas raízes de mandioca, conteúdo de 85,07% de ELN na MS, valor próximo às plantas podadas tardiamente, aos 14 e 15 MAP. Diferenças de ELN, segundo os componentes de sua fórmula, não são explicadas, nem mesmo a hemicelulose, consequência da subtração do FDN e FDA.

Não foram observadas diferenças ( $p < 0,05$ ) nas porcentagens de açúcares totais (AT) de raízes. Em média as raízes de mandioca, da variedade IAC-14, continham 0,43% de açúcares totais na raiz integral.

#### 4.2.1 Considerações gerais sobre a consequência da poda para a raiz da mandioca

A porcentagem de produção de raiz, em relação ao total de biomassa produzido pela planta, parte aérea e raiz, foi superior quando a poda não foi realizada, cerca de 54,34% do total de biomassa foi relativo à raiz, ou seja, a planta não podada acumula mais na raiz, em relação ao total de biomassa produzida. Podas praticadas nos

demais meses, praticamente não interferiram na porcentagem de produção de raiz. Podas realizadas antes do repouso fisiológico afetam negativamente a concentração de amido na raiz. Provavelmente o fato da planta reestabelecer seu aparato fotossintético após a remoção da poda e em seguida ter a queda das folhas, recém-produzidas, por consequência do repouso fisiológico, causa um gasto energético, ou de amido de reservas, superior em relação aos tratamentos que apenas translocaram fotoassimilados das raízes para o desenvolvimento da parte aérea após a poda, apesar de não haver diferença na produtividade de amido.

**Tabela 14.** Comparação de parâmetros fitotécnicos e bromatológicos da parte aérea antes e depois do repouso fisiológico da planta de mandioca.

Fase	Raiz		Raiz		Amido			
	t MS ha <sup>-1</sup>		% do Total		% MS	t MS ha <sup>-1</sup>		
Antes Repouso	12,38	a	40,98	a	83,02	b	11,66	a
Depois Repouso	10,26	b	40,41	a	87,72	a	9,92	a
CV	10,06		11,74		7,17		28,08	
DMS	1,1		3,15		4,05		1,96	

#### 4.3. Valor energético de raiz e parte aérea

A poda da parte aérea realizada em novembro, dezembro provocaram o maior valor de energia metabolizável da parte aérea para ruminantes, semelhantemente aos meses de agosto e outubro, Tabela 15.

**Tabela 15.** Valor energético (Kcal kg<sup>-1</sup>), em base seca, da energia metabolizável, para animais ruminantes, da raiz e parte aérea integral de mandioca colhida aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	Energia Metabolizável Ruminantes			
		Raiz		PA	
		% na MS			
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	3,19	a	2,29	bc
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	3,16	a	2,25	bc
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	3,18	a	2,23	bc
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	3,16	a	2,14	c
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	3,22	a	2,37	ab
<b>set/09</b>	<b>12</b>	3,17	a	2,22	bc
<b>out/09</b>	<b>13</b>	3,22	a	2,38	ab
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	3,29	a	2,57	a
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	3,23	a	2,55	a
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	3,13	a	2,18	bc
<b>Média</b>		3,20		2,32	
<b>CV (%)</b>		0,75		3,70	
<b>DMS</b>		0,06		0,20	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Thang et al. (2010) encontraram valores de 3,98 Kcal kg<sup>-1</sup> em MS de raízes de mandioca, para compor rações para gado de corte. Ferreira et al. (2007) estudando a importância do uso de produtos e coprodutos de mandioca na alimentação animal na região norte do Brasil, avaliaram que a energia metabolizável da casca de mandioca foi de 3,27 Mcal kg<sup>-1</sup>, a farinha de varredura obteve 3,87 Mcal kg<sup>-1</sup> e a massa de mandioca (resíduo de farinha) 3,56 Mcal kg<sup>-1</sup>. Valores semelhantes ao encontrado para a raiz integral da mandioca no presente experimento de Thang e colaboradores (2010). Jorge et al. (2002) avaliaram a energia contida na farinha de varredura. Tais autores, citando Kearn (1982), utilizaram valores de 1,974 e 1,328 Kcal kg<sup>-1</sup> da energia líquida de manutenção e energia líquida de ganho, respectivamente para bezerros holandeses. A energia bruta encontrada por Marques et al. (2000), para a raspa de mandioca, farinha de varredura e casca de mandioca foi de 4,0, 4,0 e 3,9 Mcal kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Em caprinos, Menezes et al. (2004) utilizaram para cálculo das rações experimentais, 2,53 Mcal kg<sup>-1</sup> na matéria seca da casca de mandioca. Pires

et al. (2008) citando NRC (2001), para efeito de cálculo utilizou  $1,57 \text{ Mcal kg}^{-1}$  de energia líquida de lactação para dietas de vacas Holandesas.

Houve diferença no valor de energia digestível da raiz e parte aérea de mandioca para coelhos, Tabela 16. Podas ocorridas em setembro e dezembro proporcionaram menores valores de energia para raiz e os tratamentos podados aos 7, 9, 10, 11 e 14 MAP obtiveram maiores médias.

**Tabela 16.** Valor energético (%), em base seca, da energia digestível, para coelhos, da raiz e parte aérea de mandioca colhida aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	Energia Digestível Coelhos			
		Raiz		PA	
		% na MS			
<b>abr/09</b>	<b>7</b>	82,37	abc	32,53	c
<b>mai/09</b>	<b>8</b>	82,00	cd	32,33	c
<b>jun/09</b>	<b>9</b>	82,58	ab	29,22	c
<b>jul/09</b>	<b>10</b>	82,47	abc	29,11	c
<b>ago/09</b>	<b>11</b>	82,40	abc	35,1	bc
<b>set/09</b>	<b>12</b>	81,17	e	27,61	c
<b>out/09</b>	<b>13</b>	82,00	cd	35,21	bc
<b>nov/09</b>	<b>14</b>	82,88	a	43,21	ab
<b>dez/09</b>	<b>15</b>	81,64	de	44,61	a
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	82,05	bcd	27,53	c
<b>Média</b>		82,16		33,65	
<b>CV (%)</b>		0,27		10,17	
<b>DMS</b>		0,57		8,32	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

Em relação ao valor da energia digestível da parte aérea em coelhos, pode-se observar, na Tabela 16, que a poda realizada no mês de dezembro e novembro obtiveram maior média, em relação aos demais tratamentos. Curcelli et al. (2011) citam que o valor da energia digestível para coelhos, em média, é de  $2960 \text{ Kcal kg}^{-1} \text{ MS}$ , valor semelhante ao encontrado neste experimento, quando transformado.

Foi observada diferença da energia metabolizável para aves, em raízes de mandioca, oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano, Tabela 17. Provavelmente a detecção de diferenças apenas nas porcentagens de fibra (Tabela 12), foram suficientes para formar diferentes grupos de respostas em relação a energia metabolizável de raízes para aves.

A energia metabolizável para aves da parte aérea foi superior em plantas podadas aos 10 meses após o plantio (MAP), podas realizadas nos meses de agosto, novembro e dezembro tiveram pior desempenho, Tabela 17.

**Tabela 17.** Valor energético (Kcal kg<sup>-1</sup>), em base seca, da energia metabolizável, para aves, da raiz e parte aérea integral de mandioca colhida aos 22 meses após o plantio (MAP), oriundas de plantas podadas em diferentes épocas do ano.

Tratamento	MAP	Energia Metabolizável			
		Raiz		Aves	
		PA			
		% na MS			
abr/09	7	352,88	ab	489,88	ab
mai/09	8	341,61	b	489,58	ab
jun/09	9	352,07	ab	490,83	ab
jul/09	10	352,36	ab	499,07	a
ago/09	11	354,75	a	478,86	bc
set/09	12	343,26	ab	498,01	ab
out/09	13	347,41	ab	488,31	ab
nov/09	14	347,94	ab	462,88	c
dez/09	15	342,63	b	462,56	c
<b>Testemunha</b>	<b>Sem poda</b>	344,79	ab	492,39	ab
<b>Média</b>		347,97		485,24	
<b>CV (%)</b>		1,40		1,69	
<b>DMS</b>		11,88		19,98	

Letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (0,05); CV - Coeficiente de variação; DMS - Diferença mínima significativa.

#### 4.4. Considerações finais

Ao analisar as propriedades bromatológicas e energéticas da parte aérea da mandioca, deve ser levado em conta a idade do tecido, pois após a realização da poda

novas hastes e folhas surgirão, compondo uma nova parte aérea. Não se pode concluir sobre os aspectos qualitativos apenas pela idade da planta, a contar do plantio, e sim pela idade dos tecidos da parte aérea.

A parte aérea da planta de mandioca colhida somente aos 22 meses após o plantio, apesar de possuir uma alta produtividade, não preenche os requisitos de um alimento apropriado à alimentação animal, tanto de monogástricos, quanto de ruminantes, o que leva a uma baixa inclusão na dieta destes animais. Isso é observado, principalmente, pelos valores de proteína bruta e fibras. Podas intermediárias, ou seja, tecidos com idades intermediárias, apesar de apresentarem conteúdos destes elementos mais elevados, também estão abaixo do ideal, portanto a variedade IAC-14 não é recomendada para produção de parte aérea com destino na alimentação animal. As raízes, porém, tiveram alto rendimento associado a valores bromatológicos razoáveis com a alimentação de animais de produção, independentemente da época de poda. Levando em conta a produtividade de raízes, nutrientes digestíveis totais e amido de raiz, a poda aos 10 meses após o plantio ou a não realização da poda são a melhor época para a poda da variedade IAC-14.

A revisão de literatura mostrou que, em grande maioria, trabalhos realizados com mandioca com intuito de uso na alimentação animal, não especificam, por vezes, a variedade utilizada e/ou a época de corte, tampouco a densidade de plantio e dados sobre o solo. Esse fato dificulta a compreensão e comparação dos resultados obtidos em outras pesquisas.

## 5. CONCLUSÕES

Poda da parte aérea da variedade IAC-14, quando realizada antes do repouso fisiológico afeta positivamente a porcentagem e a produtividade de proteína bruta da parte aérea e a produtividade de raiz, sem afetar a produtividade de amido da raiz.

Poda da parte aérea da variedade de mandioca IAC-14, quando realizada a partir do sétimo mês após o plantio ocasiona mudanças nos valores produtivos, bromatológicos e energéticos, tanto da parte aérea, quanto das raízes.

## 6. REFERÊNCIAS

- ABD-EL-BAKI, S. M. et al. Cassava as new animal feed in Egypt. 3. Pelleted complete cassava feed for growing rabbits. **World Rabbit Science**, Valência, v. 1 n. 4, p. 139-145, 1993.
- ABRAHAO, J. J. S. et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.
- AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Cratz), em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. 2003. 90 f. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical) - Instituto Agrônômico - IAC, Campinas, 2003.
- AGUIAR, E.B. **Estudo da poda da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2011. 144p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.
- ALVES, A. A. C. Cassava botany and physiology. In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. **Cassava: biology, production and utilization**, UK: Cabi Publishing, 2002, p. 67-89.
- ALVES, A. A. C.; SILVA, A. F. Cultivo da mandioca para a região semi-árida. **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, Cruz das Almas, BA, 2003. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_semiarido/a\\_dubacao.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/a_dubacao.htm). Acesso em: 7 de janeiro de 2013.
- ANDRADE, J.S. de. et al. Épocas de poda em mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 693-701, 2011.
- ANDRADE, J. O. **Efeito da inclusão do feno da parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta*, Cranz) na ração, sobre o desempenho reprodutivo de coelhas (*Oryctolagus cuniculis*) mestiças**. 1997. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas. 1997.
- ANDRADE, J.S. de. **Épocas de poda em mandioca**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. 2010.
- A.O. A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official methods of analysis**. 14. ed. Arlington: A.O.A.C., 1984. 1141p.
- A.O. A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. 15. ed. Washington D.C. 1990. 1141 p.

ARRUDA, F. B. et al. Comportamento de duas variedades de mandioca sob dois níveis de umidade e adubação do solo. **Bragantia**, Campinas, v.37. n.13, p. 109-116, 1978.

AZEVÊDO, J. A. et al. Consumo, digestibilidade total, produção de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em dietas para ruminantes de subprodutos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 114-123, 2011.

BERTOL, T. M. **Instrução técnica para o suinocultor**, 1998. 2 p.

BERTOL, T. M.; LIMA, G. J. M. M. de. Níveis de resíduo industrial de fécula da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 243-248, 1999.

BLANCO, M. N. et al. Efecto de las densidades de siembra en el rendimiento de yuca (*Manihot esculentum* Crantz) vr valencia. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 16, n. 2, p. 225-230. 2005

BORGES, M.F. et al. Avaliação de variedades de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Digestibilidade aparente da energia e nutrientes de alimentos convencionais e alternativos para a tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31 ,n.2, p. 539-545, 2002a.

BOSCOLO, W. R.; HAYASHI, C.; MEURER, F. Farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* ) na alimentação de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 546-551, 2002b.

BRUM, P. A. R., ALBINO, L. F. T. **Farinha integral e raspa residual de mandioca na alimentação de frangos de corte**. Comunicado técnico. 1993. 2 p.

BUITRAGO, J. A. **La yuca en la alimentación animal**. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 1990. 446 p.

CALDAS NETO, S. F. et al. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade : digestibilidade in vitro e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 452-460, 2007.

CALDAS NETO, S. F. et al. Mandioca e resíduos das farinheiras na alimentação de ruminantes : digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 6, p. 2099-2108, 2000.

CAMPECHE, D. F. B. et al. Composição bromatológica e digestibilidade aparente de alimentos encontrados na região semiárida brasileira para arraçoamento de tilapia rosa em cultivos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 343-348, 2011.

CAMPOS A. F. et al. Parâmetros ruminais de ovinos alimentados com casca de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em substituição ao feno moído. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras, 2008. CD-ROM.

CAPPELLE, E.R., VALADARES FILHO, S. de C., SILVA, J.F.C. da e CECON, P.R. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 1837-1856. 2001.

CARTAY, R. Difusión y comercio de la yuca (*Manihot esculenta*) en Venezuela y en el mundo. **Agroalimentaria**, Mérida, n.18, p. 13-22. 2004.

CARVALHO J. L. H. **Mandioca: Raiz e parte aérea na alimentação animal**. EMBRAPA Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, 1994. 11p.

CARVALHO J. L. H. Uso da parte aérea da mandioca na alimentação animal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 3, 1983, Brasília. **Anais...** Brasília, 1983a. 13-38 p.

CARVALHO V. D. Glicosídeos cianogênicos. In: CURSO DE CAPACITAÇÃO DE TÉCNICOS PARA A CULTURA DA MANDIOCA, 12, 1978, Lavras. **Anais...** Lavras, 1978. 24 p.

CARVALHO, L. E. et al. Desempenho de suínos na fase de terminação alimentados com dietas contendo diferentes níveis de raspa integral de mandioca e formas de arrazoamento na fase inicial. In: ZOOTEC, 16, 2006, Recife. **Anais...** Recife, 2006. paginação irregular. CD-ROM.

CARVALHO, V. D. et al. Efeito da época de colheita no rendimento e composição química de fenos da parte aérea de dez cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 4, n.1, p. 43-59, 1985.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado - Estação Experimental "Presidente Médici"**. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1983. 95 p. (Boletim Técnico, n. 1)

CEPEA. Centro de estudos avançados em economia aplicada. 2009. Disponível em: <http://cepea.esalq.usp.br/mandioca/>. Acesso: 12/04/2012

CEREDA, M. P.. Produtos e subprodutos. In: SOUZA, L. S. et al. (ed.). **Processamento e Utilização de Mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA- Mandioca e Fruticultura Tropical. 2005. P.16-60

CÉZAR R. L. et al. Efeito da substituição do milho pela casca de mandioca desidratada em rações de frangos do tipo caipira. In: ZOOTEC, 18, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2008. CD-ROM.

CHÁVEZ, R. Especies silvestres de Manihot. Un recurso valioso. **Yuca Boletín Informativo**. Palmira, v. 14, n. 1, p. 2-5, 1990.

COCK, J. H. Cassava. In: GOLDSWORTHY, P. R.; FISHER, N. M.. **The physiology of tropical Field crops**. New York: John Wiley, 1984. p. 529-549.

COCK, J. H. et al. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**., Madison, v. 19, n.1, p. 271-279, 1979.

COCK, J. H. Cassava: a basic energy source for the tropics. **Science**, New York, v. 218, p. 755-762, 1982.

COCK, J.H.; ROSAS, S. Ecophysiology of cassava. In: SYMPOSIUM ON ECOPHYSIOLOGY OF TROPICAL CROPS, 1, 1975, Manaus. **Anais...** Manaus, 1975. (paginação irregular).

CONCEIÇÃO, A.J. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, 1981. 382 p.

CONNOR, D.J.; COCK, J.H.; PARRA, G.E. Response of cassava to water shortage. III. Stomatal control of plant water status. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 4, p. 297- 311, 1981.

CRUZ, F. G. G.; PEREIRA FILHO, M.; CHAVES, F. A. de L. Efeito da substituição do milho pela farinha da apara de mandioca em rações para poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2303-2308, 2006.

CUNHA, A. R. da; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, 2009.

CURCELLI, F.; VALDIVIÉ, M. I. N.; BICUDO, S. J. A folhagem de mandioca. In: VALDIVIÉ, M. I. N.; BICUDO, S. J. **Alimentação de animais monogástricos: mandioca e outros alimentos não-convencionais**. Botucatu, Brasil. FEPAF, 2011. p. 20-38.

CURCELLI, F. et al. Conteúdo Cianogênico da parte aérea de mandioca “in natura” e na forma de feno. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, p. 1185-1189, 2009.

EL-SHARKAWY, M. A. Effect of humidity and wind on leaf conductance of field grown cassava. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v. 2, p. 17-22, 1990.

EL-SHARKAWY, M.A. Cassava biology and physiology. **Plant Molecular and Biology**. Berlin, v. 56, p. 481-501, 2004.

EMBRAPA. **Coleção 500 Perguntas 500 Respostas: Mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. 176 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FAO. Statistical databases: Faostat. 2010. Disponível em <http://www.fao.org>. Acesso em: 10/012/2012.

FARIA, G. H. et al. Efeito da utilização de dietas simplificadas, à base de forragem, sobre a digestibilidade e o desempenho de coelhos Nova Zelândia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.10, p.1797-1801, 2008

FARIA, P. B. et al. Processamento da casca de mandioca na alimentação de ovinos: desempenho, características de carcaça, morfologia ruminal e eficiência econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.12, p.2929-2937, 2011.

FASAE, O. A. et al. Production , defoliation and storage of cassava leaves as dry season forage for small ruminants in smallholder crop–livestock production system . **Agricultura Tropical e Subtropical**, v. 42, n. 1, p. 15-19, 2009.

FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P. de; SILVA, J. da. Produção de biomassa de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 3, n. 1, p. não paginado, 2007.

FERREIRA, A. L. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 10, n. 1, p. 129-136, 2009.

FERREIRA, A. S.; DONZELES, J. L. **A mandioca na alimentação de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 1994. 5 p. (Embrapa Suínos e Aves. Suinocultura Dinâmica, 15)

FONSECA R. A. et al. Determinação do valor energético da farinha de raiz de mandioca, com e sem adição de carboidratos, em dietas de aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

GARCIA, M.; DALE, N. Cassava root meal for poultry. **Journal Applied Poultry Science**, v. 8, p. 132-137, 1999.

GIL, J. L. L.; BUITRAGO, J. A. A. La yuca en la alimentación animal. In: OSPINA, I. A. B;

CABALLOS, H. **La Yuca del tercer milenio**. Palmira: CIAT, 2002. cap. 28, p. 527-569.

GOMES R. C. et al. Consumo de nutrientes de feno de *Brachiaria dictyoneura* e de silagem de parte aérea de mandioca, em ovinos. In: ZOOTEC, 15, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABZ/UFMS, 2005a. CD-ROM.

GOMES R. C. et al. Digestibilidade aparente de nutrientes e nutrientes digestíveis totais de feno de *Brachiaria dictyoneura* e da silagem de parte aérea de mandioca em ovinos. In: ZOOTEC, 15, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABZ/UFMS, 2005b. CD-ROM.

GOMES, J.C. Considerações sobre adubação e calagem para a cultivar da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.6, p.99-107, 1987.

GRAÇA E. P.; FURTADO C. D.; FURLAN A. C. Valor nutritivo dos fenos de rama de mandioca (*Manihot esculenta* Crants), de alfafa (*Medicago sativa*) e de tifton 85 (*Cynodon dactylon*) para eqüinos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.

HERRERA A. P. N. **Eficiência produtiva e avaliação nutricional de dietas simplificadas a base de forragens para coelhos em crescimento**. 2003. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Área de concentração Nutrição) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2003.

HILLOCKS, R. Cassava in Africa. In HILLOCKS, R; THRESH, J.; BELLOTTI, A. C., eds., **Cassava biology, production and utilization**. Wallingford, Oxon: CABI Publishing, 2002. cap. 3 p. 41-60.

HOWELER, R. H. Cassava mineral nutrition and utilization. In HILLOCKS, R; THRESH, J.; BELLOTTI, A. C., eds., **Cassava biology, production and utilization**. Wallingford, Oxon: CABI Publishing, 2002. c. 4. p. 115-147.

HOWELER, R. H. Nutricion mineral e fertilizacion de la yuca. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Yuca: investigacion, producion y utilizacion**. Cali, 1982. p. 317-357.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Mandioca Safra 2009/2010**. 2010

Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo: IMESP, 3 ed., 1985. 533 p.

JORGE J. R. V. et al. Desempenho de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo níveis de farinha de varredura (*Manihot esculenta* Crantz). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

JORGE, J. R. V. et al. Substituição do Milho pela Farinha de Varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na Ração de bezerros holandeses. 2. Digestibilidade e valor enérgico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 205-212, 2002.

Kearl, L. C. 1982. **Nutrient requirement of ruminants in developing countries.** International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Loga, Utah (USA), p. 79.

KEATING, B. A.; EVENSON, J. P. Effect of soil temperature on sprouting and sprout elongation of steam cutting of cassava. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 2, 241-252, 1979.

KEATING, B. A.; EVENSON, J. P.; FUKAI, S. Environmental effects on growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). I Crop development. **Field Crops Research**, Netherlands, v. 5, 271-281, 1982.

LAGE M. E. et al. Determinação da concentração de ácidos graxos da carne de pacú (*Piaractus mesopotamicus*) submetido a níveis crescentes de rama de mandioca na ração. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.

LANCASTER, P.A.; BROOKS, J.E. Cassava leaves as human food. **Economy Botany**. v. 37, p. 331-348, 1983.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **User's guide: Statistics.** Version 8.0, Cary: 1999.

LORENZI, J. O. et al. **Variedades de mandioca para o estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agrônomo - IAC, 1996. 23 p. (Boletim técnico, 162).

LORENZI, J. O. **Mandioca.** Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral - CATI, 2003. 166 p. (Boletim técnico, 245).

MACHADO L. C.; Avaliação de dietas simplificadas com base em forragem para coelhas reprodutivas e coelhos em crescimento. 2006. 60 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia – Área de concentração Nutrição) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2006.

- MARQUES, J. de A. et al. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.
- MATTOS, P. L. P. de; BEZERRA, V. S. **Cultivo da mandioca para o estado do Amapá**. Cruz das Almas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, 2003. 3 p.
- MENDONÇA, H. A.; 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, DF, v. 38, n 6, p. 761-769, 2003.
- MENEZES, M. P. C. et al. Substituição do milho pela casca de mandioca ( manihot esculenta crantz ) em rações completas para caprinos : Consumo , digestibilidade de nutrientes e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 729-737, 2004.
- MICHELAN, A. C. **Utilização de subprodutos da mandioca na alimentação de coelhos**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- MICHELAN, A. C. et al. Utilização da casca de mandioca desidratada na alimentação de coelhos. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 28, n. 1, p. 31-37, 2006.
- MICHELAN, A. C. et al. Utilização da raspa integral de mandioca na alimentação de coelhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 5, p. 1347-1353, 2007.
- MODESTO E. C. et al. Avaliação de parâmetros e consumo ao substituir a silagem de milho pela silagem do terço superior da rama de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003a. CD-ROM
- MODESTO, E. C. et al. Inclusão de silagem de rama de mandioca em substituição à pastagem na alimentação de vacas em lactação: produção, qualidade do leite e da gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 61, n. 1, p. 174-181, 2009.
- MOIR, K.W., YULE, W.J.; CONNOR, J.K. Energy losses in the excreta of poultry: a model for predicting dietary metabolizable energy. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v.20, p. 151-155. 1980.
- MORETINI, A. C.; et al. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE ALGUNS ALIMENTOS PARA EQUÍNOS POR MEIO DE ENSAIOS METABÓLICOS. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 621-626, 2004.
- MOURA, G. de M.; COSTA, N. de L. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Piracicaba, v. 36, n.

8, p. 1053-1059, 2001.

MOURO, G.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabra em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, p.475-483, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of sheep**. Washington: National Academy Press, 1985. 99 p.

NEVES, C. F. DE Q.; GRACIOLLI, L. A. Farelo de mandioca no cultivo do cogumelo comestível shiitake. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, 2009.

NORMANHA, E. S.; PEREIRA, A. S. **Instruções para a cultura da mandioca**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1962. 28 p. (Boletim, 124).

NWEKE, F. **New Challenges in the Cassava Transformation in Nigeria and Ghana**. Washington: Environment and Production Technology Division., International Food Policy Research Institute, 2004, 118 p.

OLAFADEHAN, O.A. Haematological parameters, serum constituents and organ development of growing rabbits as affected by feeding of processed cassava peel. **Animal Nutrition and Feed Technology**, Izatnagar, v. 11, p. 41-51, 2011.

OLIVEIRA, E. A. M. et al. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 265-275, 1998.

OLIVEIRA, S. P. DE et al. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010.

OLIVEIRA, S.L. de; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, C.C.P. Irrigação. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A.R.N.; MATOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. (Eds). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p.292-300.

ONWUEME, I. C. Cassava in Asia and the Pacific. In: HILLOCKS, R. J., THRESH, J. M., BELLOTTI, A. C., editors. **Cassava: Biology, Production and Utilization**. CABI Publishing, Wallingford, UK. 2002, 55-66 p.

ORTIZ, V.; de BLAS, C. and SANZ, E. Effect of dietary fiber and fat content on energy balance in fattening rabbits. **Journal of Applied Rabbit Research**, v. 12, p. 159-162. 1989

- PERESSIN, V. A. **Manejo Integrado de Plantas Daninhas na Cultura da Mandioca**. Campinas: Instituto Agronômico - IAC, 2010. p. 54.
- PEZZATO, L.E. et al. Nutrição de peixes. In: CYRINO, J.E.P.; URBINATI, E.C.; FRACALOSSO, D.M.; CASTAGNOLLI, N. (Ed). **Tópicos especiais em piscicultura de água doce tropical intensiva**. São Paulo: TecArt, 2004. p. 75-169.
- PHENGVICHITH, V.; LEDIN, I. Effect of feeding different levels of wilted cassava foliage (*Manihot esculenta*, Crantz) on the performance of growing goats. **Small Ruminant Research**, v. 71, n. 1-3, p. 109-116, 2007.
- PHUC, B. H. N.; LINDBERG, J. E. Ileal and total digestibility in growing pigs given cassava root meal diets with inclusion of cassava leaves, leucaena leaves and groundnut foliage. **Animal Science**, Malden, v. 71, n. 2, p. 301-308, 2000.
- PINHO, E. Z. et al. Fermentation and nutritive value of silage and hay made from the aerial part of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 364-370, 2004.
- PIRES, A. V. et al. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1456-1462, 2008.
- PRESTON, T. R. Potential of cassava in integrated farming systems. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENT ON USE OF CASSAVA AS ANIMAL FEED, 1, 2011. Thailand. **Anais...** Thailand. 2011.
- RAIJ, B. et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**: Boletim Técnico do Instituto Agronômicos de Campinas n. 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico - IAC, 1996. 285 p.
- RAMALHO, R. P. et al. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 1221-1227, 2006.
- RAMOS A. M. P. et al. Coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes e determinação da energia digestível em subprodutos da mandioca para tilápia do nilo. In: ZOOTECA, 26, 2006, Recife. **Anais...** Recife: ABZ/UFPE, 2006. CD-ROM.
- RAMOS, P. R. et al. Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 300-305, 2000.
- RODRIGUES K. F. et al. Utilização do resíduo da fabricação da fécula de mandioca na alimentação de frangos do tipo caipira – label rouge<sup>1</sup>. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008. CD-ROM.

ROGSTAGNO, H. S., ALBINO, L. T., DONZELE J. L., GOMES, P. C., OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 142 p.

ROSETO, D. F. V. **Evaluacion, produccion y calidad del forraje de yuca**. 2002. 65 p. Trabalho de conclusão de curso (Título de Engenheiro Agrônomo) – Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Colombia-Palmira. 2002

SAGRILO, E. et al. Effect of Harvest Period on the Quality of storage roots and protein content of the leaves in five cassava cultivars ( *Manihot esculenta* , Crantz ). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 46, n. 2, p. 295-305, 2003.

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**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 115-125. 2002.

SAKAMOTO, M. I. et al. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas Energy value of some alternative feedstuffs for Japanese quails. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 818-821, 2006.

SANTOS, G. T. et al. Replacement of Corn Silage with Cassava Foliage Silage in the Diet of Lactating Dairy Cows : Milk Composition and Economic Evaluation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, p. 259-267, 2009.

SCAPINELLO, C. et al. Valor nutritivo e utilização do feno do terço superior da rama de mandioca para coelhos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.

SCAPINELLO, C. et al. Valor nutritivo do feno da rama da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) para coelhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1063-1067, 1999.

SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; FARIA, H. G.. Desempenho de coelhos em crescimento alimentados com diferentes níveis de feno da rama da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Ciência Rural Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 493-497, 2000.

SILVA H. O.; FONSECA R. A.; GUEDES FILHO R. S. Características produtivas e digestibilidade da farinha de folhas de mandioca em dietas de frangos de corte com e sem adição de enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n.3, p. 823-829, 2000.

SILVA S. J. B. et al. Estudo da cinética de degradação ruminal da casca de mandioca, da massa de mandioca enriquecida com farelo de trigo e do farelo de varredura. In: ZOOTEC, 25, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABZ/UFMS, 2005. CD-ROM.

SOMOGY, M. Determination of blood sugar. **Journal of Biology and Chemistry**. Maryland, n.160, p. 69-73, 1945.

TAKAHASHI, M.; GUERINI, V. L. Espaçamento para a cultura da mandioca. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 489-494, 1998.

TERNES, M. Mandioca: Fisiologia da planta. In: CERADA, M. P. (Coord.). **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. v. 2. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p. 66-82.

THANG, C. M.; LEDIN, I.; BERTILSSON, J. Effect of using cassava products to vary the level of energy and protein in the diet on growth and digestibility in cattle. **Livestock Science**, v. 128, n. 1, p. 166-172, 2010.

TIEN DUNG, N.; THI MUI, N.; LEDIN, I. Effect of replacing a commercial concentrate with cassava hay (*Manihot esculenta* Crantz) on the performance of growing goats. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, n. 3, p. 271-281, 2005.

TROMPIZ, J. et al. Efecto de raciones con harina de follaje de yuca sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. **Revista Científica**, v. 17, n. 2, p. 143-149, 2007.

VALDIVIÉ, et al.. A raiz de mandioca. In: VALDIVIÉ, M. I. N.; BICUDO, S. J. (Eds). **Alimentação de animais monogástricos: mandioca e outros alimentos não-convencionais**. Botucatu, Brasil. FEPAF, 2011. p. 1-18

Van SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VELOSO C. M. et al. Desempenho de novilhas nelore alimentadas com feno da parte aérea da mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008. CD-ROM.

VOLTOLINI T. V. et al. Inclusão parcial e total de raspa de mandioca na porção energética de rações para caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008b. CD-ROM.

VOLTOLINI T. V. et al.. Características de carcaça de caprinos alimentados com rações contendo inclusões parciais e total de raspa de mandioca. In: ZOOTEC'2008, 2008, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: ABZ/UFPB, 2008a. CD-ROM.

WANAPAT, M. Potential uses of cassava as ruminant feeds, In: **The use of cassava root and leaves for on-farm animal feeding**, Bangkok: CIAT, 2009, 122p.

WILLIAMS, C. N.; GHAZALI, S. M. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*): IV. Development and yield of tubers. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 10, p. 9-16, 1974.

WINTON, A. L.; WINTON, K. B. The Analysis of Foods. John Wiley and Sons Inc. New York. p. 666. 1945.

ZEOULA, L. M. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1582-1593, 2002.

ZEOULA, L. M. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca ( *manihot esculenta crantz* ) em rações de ovinos : consumo , digestibilidade , balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.