



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ACUMULAÇÃO DE FITOMASSA EM VARIEDADES DE MANDIOCA
SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE

CÍCERO DE SOUZA

Engenheiro Agrônomo

AREIA – PARAÍBA - BRASIL
DEZEMBRO – 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ACUMULAÇÃO DE FITOMASSA EM VARIEDADES DE MANDIOCA
SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Campus II, Areia-PB, para obtenção do título de Doutor em Agronomia na área de concentração (Solos e Nutrição de Plantas).

CÍCERO DE SOUZA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade. – INSA

Co-Orientador: Prof. Dr. Ivandro de França da Silva. – CCA/UFPB

AREIA – PARAÍBA - BRASIL
DEZEMBRO – 2009

CÍCERO DE SOUZA

**ACUMULAÇÃO DE FITOMASSA EM VARIEDADES DE MANDIOCA
SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Campus II, Areia-PB, para obtenção do título de Doutor em Agronomia na área de concentração (Solos e Nutrição de Plantas).

Comitê de Orientação: Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade. – INSA

Prof. Dr. Ivandro de França da Silva. – CCA/UFPB

Prof. Dr. Edson Mauro Santos. – CCA/UFPB

**AREIA – PARAÍBA – BRASIL
DEZEMBRO – 2009**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S279a Souza, Cícero de.

Acumulação de fitomassa em variedades de mandioca submetidas a diferentes épocas de corte / Cícero de Souza. - Areia: UFPB/CCA, 2009.
122 f. : il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2009.

Bibliografia.

Orientador: Alberício Pereira de Andrade.

Co-orientador: Ivandro de França da Silva.

1. Mandioca – adubação orgânica 2. Produção de raízes - Mandioca 3. Mandioca – fitomassa aérea 4. Mandioca – índice de colheita 5. *Manihot esculenta* I. Andrade, Alberício Pereira de (Orientador) II. Silva, Ivandro de França da (Co-orientador) III. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.493(043.2)

BIOGRAFIA DO AUTOR

CÍCERO DE SOUZA – nascido em 23 abril de 1976, no município de Areia – Paraíba, filho de Manoel Pequeno de Souza e Maria Rita de Souza. cursou o ensino Fundamental e Médio na Escola Estadual Carlota Barreira e o segundo grau no Colégio Estadual de Ensino Médio José Américo de Almeida na cidade de Areia-PB. Foi aprovado no vestibular 1999 onde ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq, desenvolvendo trabalhos na área de Solos. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em 2003 e teve como trabalho de conclusão “Balanço hídrico em solo cultivado com feijão macassar no Brejo Paraibano”, sob orientação do Professor Doutor Ivandro de França da Silva. Em 2004 ingressou no curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, pela Universidade Federal da Paraíba, onde defendeu seu trabalho de Dissertação “Balanço hídrico em solo cultivado com mamona (*Ricinus communis* L.) no Brejo Paraibano”, sob orientação do Professor Doutor Alberício Pereira de Andrade. Em 2006 ingressou no Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela mesma Instituição. É autor e co-autor de várias publicações científicas dentre artigos, resumos e capítulos de livros .

CÍCERO DE SOUZA

**ACUMULAÇÃO DE FITOMASSA EM VARIEDADES DE MANDIOCA
SUBMETIDAS A DIFERENTES ÉPOCAS DE CORTE**

Tese apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – Campus II, Areia-PB, para obtenção do título de Doutor em Agronomia na área de concentração (Solos e Nutrição de Plantas).

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade
INSA/MCT
Orientador

Prof. Dr. Pedro Dantas Fernandes
INSA/MCT
Examinador

Prof. Dr. Jacob Silva Souto
CSTR/UFCG
Examinador

Prof. Dr. Divan Soares da Silva
DZ/CCA/UFPB
Examinador
Prof. Dr.

Prof. Dr. Ivandro de França da Silva
DSER/CCA/UFPB
Examinador

**AREIA – PARAÍBA – BRASIL
DEZEMBRO – 2009**

Se eu tivesse o dom da profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, se tivesse toda a fé, a ponto de remover montanha, mas não tivesse amor, nada seria

Coríntios 12-14

Mensagem

A Deus pela vida, saúde, paz e pela oportunidade de ter me concebido esta oportunidade

Agradeço

Esta tese é oferecida a todos aqueles que são os principais produtores de alimentos tanto de origem vegetal e animal para o povo brasileiro, os quais são responsáveis por mais de 80% da produção nacional de alimentos, a vocês pequenos e heróicos agricultores, ofereço este trabalho, que possa ser de muito bom uso.

Ofereço

A Deus e a nosso Senhor Jesus Cristo que me acompanharam nessa jornada.

Aos meus pais Manoel Pequeno de Souza e Maria Rita de Souza

Aos meus irmãos Assis, Adriano e Arnaldo

A todos que precisarem usar este material

Dedico

Dedicatória especial

Essa tese é dedicada a quatro pessoas muito importantes em minha vida acadêmica.

Dedico aos professores orientadores Ivandro de França da Silva e Alberício Pereira de Andrade, meus primeiros e eternos “Mestres”, que me iniciaram no meio científico, me fez entender através de sua vasta experiência em sala de aula e no campo, observação de todo um conjunto e não apenas um elemento, além da relação interpessoal que é a base para a boa relação orientado e orientador, bem como o exemplo de vida a mim demonstrado durante esta fase de orientação, me fizeram entender com ética e moral que o conhecimento e a decência constituem a base para a construção de um pesquisador e principalmente um cidadão, consciente de que o objetivo de sua pesquisa não é apenas o resultado de uma análise estatística, mas também a amplitude social que o trabalho pode abranger.

Dedico também aos professores José Romualdo de Sousa Lima e Eduardo Soares de Souza, ambos pertencentes a Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo incentivo, ensinamentos adquiridos em campo e escritório, como também na mesa de restaurante e amizade, onde estes demonstravam acreditar no meu potencial para o desenvolvimento da pesquisa.

Muito obrigado pela oportunidade e o privilégio de ter sido orientado por vocês, então aos meus eternos “MESTRES” essa homenagem!!!

Meu muito obrigado!!!

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, por ter me dado força e paciência para transpor as dificuldades encontradas durante esta caminhada. Obrigado Senhor, por permitir a concretização deste momento.

Aos meus orientadores, Alberício Pereira de Andrade e Ivandro de França da Silva, pelos conhecimentos transmitidos e pelo tempo dedicado ao meu trabalho, pelos ensinamentos em sala de aula e campo, bem como os conselhos dados e pelo exemplo de vida.

Aos professores do Centro de Ciências Agrárias, a quem devo parte de minha formação, em especial aos professores do Departamento de Solos e Engenharia Rural.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela bolsa oferecida para a realização desta pesquisa de doutorado.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia na pessoa da Professora Riselane de Lucena Alcântara Bruno e do Professor Ademar Pereira de Oliveira e a secretária do referido Programa Cícera Eliane Araújo, pela atenção e a paciência para nos atender.

Ao Centro de Ciências Agrárias pela estrutura oferecida e pela contribuição em minha formação.

Aos que constituem a equipe de funcionários do CCA, pela amizade e contribuição para o desenvolvimento de minhas atividades acadêmicas.

Aos meus amigos e companheiros, pessoas de diversas regiões da Paraíba e Nordeste, que com suas diferentes culturas me enriqueceram com seus conhecimentos e, que compartilharam comigo as alegrias e dificuldades desta fase incrível em nossas vidas. Nem o tempo e a distância me farão esquecer vocês alunos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Adriana Araújo, Carina Seixas, Noelma Miranda, Erllens Eder, Suenildo Josémo, Flávio José, Lúcia Helena, Marlene Feliciano, João Damasceno e amigos de turma que se fizeram sempre presentes.

Ao Departamento de Solos e Engenharia Rural e em especial aos seus funcionários, principalmente nas pessoas de Robeval (Vavau), Suelene (Sula) e João Lopes (Seu Pelé).

Aos funcionários do PPGA, nas pessoas de Jacó, Seu Francisco, Nino, Cosme, Eliane e Tomás (Prego), pelo excelente convívio que tivemos durante o decorrer do curso.

E a todos os alunos que tive o prazer de conhecer durante o decorrer deste curso, sendo eles os de Graduação e Pós-Graduação. Em especial a José Madson, Gilberto Gouveia e Leonardo Elias, que tanto me ajudaram na árdua implantação do experimento e na coleta de dados, as palavras aqui ditas, não são capazes de expressar o que vocês fizeram para a realização deste trabalho. Bem como a todos que não mediram esforços para a coleta de dados durante a condução do experimento e da colheita, as quais sem a indispensável ajuda a realização deste trabalho seria comprometido: Juliana, Mayara Andrade, Edivânia Santana, Lucas Borchartt, Flávio Silveira, Dácio Jerônimo, Júlio César, Remy Farias, Richardson Soares, Adão Francisco. E aos amigos Paulo Rossi, Gilberto Souza e Gilmar Souza.

Agradeço também as amigas de todo o sempre Adriana Ursulino e Patrícia Alexandre, por todos os momentos que nos reunimos para recordar desde o tempo do ensino fundamental até a nossa conclusão do curso de Agronomia.

E a todos aqueles e aquelas que de alguma forma ajudaram na realização deste trabalho e que por um lapso não foi citado nos agradecimentos.

Mais uma vez, meu muito obrigado!!!

“...Amigo é coisa para se guardar, no lado esquerdo do peito, bem perto do coração...”

Milton Nascimento

“Se um homem tem um talento e não tem capacidade de usá-lo, ele fracassou. Se ele tem um talento e usa somente a metade deste, ele fracassou parcialmente. Se ele tem um talento e de certa forma aprende a usá-lo em sua totalidade, ele triunfou gloriosamente e obteve uma satisfação e um triunfo que poucos homens conhecerão”.

Thomas Wolfe

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina”.

Cora Coralina

“A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo”.

Nelson Mandela

“Educação é aquilo que fica depois que você esquece o que a escola ensinou”.

Albert Einstein

“Há homens que lutam um dia, e são bons. Há outros que lutam um ano, e são melhores. Há aqueles que lutam muitos anos, e são muito bons... e há os que lutam por toda a vida... estes são os imprescindíveis”.

Bertold Brecht

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE FIGURAS EM ANEXO	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Mandioca na alimentação humana.....	3
2.2. Mandioca na alimentação animal	6
2.3. Corte e produção da fitomassa aérea	11
2.4. Produção de raízes	14
2.5. Qualidade das raízes de mandioca	17
2.6. Características fotossintéticas	18
2.7. Influência dos fatores climáticos na produção de mandioca	20
2.7.1. Temperatura	20
2.7.2. Fotoperíodo	21
2.7.3. Estresse hídrico	22
2.7.4. Partição de assimilados	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1. Localização, solo e clima.....	26
3.2. Área experimental e delineamento do ensaio	26
3.3. Preparo da área experimental.....	28
3.4. Características avaliadas	29
3.4.1. Descrição das variedades	29
3.5. Determinações	30
3.5.1. Parte aérea da planta.....	30
3.5.2. Raízes tuberosas	32
3.5.3. Características das raízes tuberosas.....	32
3.6. Análise estatística	33
3.7. Caracterização da precipitação pluvial	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36

4.1. Características morfológicas da parte aérea.....	36
4.1.1. A altura das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”	36
4.1.2. Altura das plantas de mandioca “branca” adubada e não adubada	40
4.1.3. Altura das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada.....	41
4.2. Diâmetro das hastes	44
4.2.1. Diâmetro das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”	44
4.2.2. Diâmetro das plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada	45
4.2.3. Diâmetro das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada.....	48
4.3. Número de folhas.....	50
4.3.1. Número de folhas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”	50
4.3.2. Número de folhas para a variedade mandioca “branca”	52
4.3.3. Número de folhas para a mandioca “olho de urubu”	54
4.4. Produção de cepa	56
4.5. Produção de hastes.....	59
4.6. Produção de folhas.....	65
4.7. Produção parte aérea total.....	73
4.8. Produção de raízes	82
4.9. Características morfológicas das raízes	89
4.9.1. Número de raízes tuberosas	89
4.10. Comprimento das raízes tuberosas	92
4.11. Diâmetro das raízes tuberosas.....	94
4.12. Índice de colheita	96
5. CONCLUSÕES.....	101
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	102
7. APÊNDICE	117

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química da área experimental.....	27
Tabela 2. Caracterização física da área experimental.....	27
Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino aplicado na área experimental.....	27
Tabela 4. Épocas de corte da parte aérea da mandioca.....	28
Tabela 5. Descrição das características morfológicas das duas variedades de mandioca utilizadas no ensaio	30
Tabela 6. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à altura de plantas, diâmetro de hastes e número de follhas das variedades de mandioca	36
Tabela 7. Altura média das plantas de mandioca das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea	37
Tabela 8. Diâmetro médio das hastes das plantas de mandioca das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea.....	44
Tabela 9. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes a produção de fitomassa fresca e seca das cepas das variedades de mandioca	56
Tabela 10. Produção de matéria fresca e seca de cepas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea.....	57
Tabela 11. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção de hastes frescas e secas das variedades de mandioca	60
Tabela 12. Produção de matéria fresca e seca de hastes das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea.....	61
Tabela 13. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção de folhas frescas e secas das variedades de mandioca	66
Tabela 14. Produção de matéria fresca e seca de folhas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea.....	67
Tabela 15. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção da parte aérea total de fitomassa frescas e secas das variedades de mandioca.....	73
Tabela 16. Produção de matéria fresca e seca total da parte aérea das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas às diferentes épocas de corte da parte aérea.....	75

Tabela 17. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção das raízes frescas e secas das variedades de mandioca	82
Tabela 18. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes ao número, comprimento e diâmetro das raízes das variedades de mandioca.....	90
Tabela 19. Número médio de raízes das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita.....	91
Tabela 20. Comprimento médio das raízes frescas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita.....	93
Tabela 21. Diâmetro médio das raízes frescas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita.....	95
Tabela 22. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes ao índice de colheita das variedades de mandioca.....	97
Tabela 23. Índice de colheita das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita.....	98

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da precipitação pluvial durante a condução do experimento e fases fenológicas da cultura da mandioca. 1. Brotação; 2. Crescimento das raízes; 3. Parte aérea; 4. Tuberização; 5. Repouso. 34

Figura 2. Altura média das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte da parte aérea: (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E) 39

Figura 3. Altura média das plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E) 41

Figura 4. Altura média das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E) 43

Figura 5. Diâmetro médio das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E) 45

Figura 6. Diâmetro médio das hastes de mandioca “branca” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e sem corte da parte aérea (E) 47

Figura 7. Diâmetro médio das hastes de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e sem corte da parte aérea (E) 49

Figura 8. Número médio de folhas das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea, a cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E) 51

Figura 9. Número médio de folhas das plantas de mandioca “branca” para as diferentes épocas de corte: Corte da parte aérea da mandioca em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea à cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E) 53

Figura 10. Número médio de folhas das plantas de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte: Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea da planta à cada três meses, (D) testemunha, sem corte da parte aérea (E) 55

LISTA DE FIGURAS EM ANEXO

Figura apêndice 1. Representação esquemática do croqui da área experimental	118
Figura apêndice 2 . Área experimental com as variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, com as primeiras folhas	119
Figura apêndice 3. Representação esquemática das parcelas experimentais	120
Figura apêndice 4. Mandioca “olho de urubu”	121
Figura apêndice 5. Mandioca “branca”	121

SOUZA, CÍCERO DE. **Acumulação de fitomassa em variedades de mandioca submetidas a diferentes épocas de corte.** Areia – PB, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, dezembro de 2009. 122 f. il. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientadores: Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade e Prof. Dr. Ivandro de França da Silva

RESUMO

Um dos grandes entraves à produção agropecuária na região Nordeste e do Brasil é a disponibilidade de forragens nos períodos de maior déficit hídrico, que coincide com a primavera, devido a esta particularidade surge a necessidade de alternativas para a produção de forragens para atender a alimentação animal, visando assim a manutenção do rebanho local, bem como a fixação do homem ao campo. Como alternativa surge a cultura da mandioca, com dupla aptidão tanto para alimentação animal e para alimentação humana, por ser uma fonte excelente de energia (raízes) e proteína (parte aérea). Objetiva-se avaliar a acumulação de fitomassa de variedades de mandioca submetidas a diferentes épocas de corte, foi conduzido o trabalho em condições de campo, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba, em Alagoinha-PB, microrregião de Guarabira, a 140 m de altitude. O solo da área experimental foi classificado como NITOSSOLO VERMELHO. A área experimental foi composta por quatro blocos completos casualizados, no esquema fatorial $5 \times 2 \times 2$ (caracterizado por cinco épocas de cortes, duas variedades e duas condições – ausência e presença de adubação orgânica com esterco bovino). As épocas de cortes da parte aérea em número de cinco foram representados por: 1) mandioca submetida a corte da parte aérea no mês de setembro; 2) mandioca submetida a corte da parte aérea no mês de outubro; 3) mandioca submetida a corte da parte aérea no mês de novembro; 4) mandioca submetida a cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses e; 5) mandioca sem corte da parte aérea (testemunha). As variedades de mandioca utilizadas no experimento foram (“branca” e “olho de urubu”). Dos resultados foi verificado que a produção de raízes tuberosas das duas variedades de mandioca foram superiores a média nacional, mesmo submetida ao corte da parte aérea, não havendo diferença significativa ao nível de 5% pelo teste de Tukey para a produção de raízes entre as variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”. A adubação orgânica com esterco bovino teve maior influência na produção da parte aérea das variedades de mandioca. Conclui-se que o corte da parte aérea da mandioca não influenciou na produção de raízes tuberosas, sendo recomendado o corte da parte aérea da

mandioca para a produção de forragem usada na alimentação animal, nas épocas de maior necessidade de alimentos.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, adubação orgânica, produção de raízes, fitomassa aérea, índice de colheita.

SOUZA, CÍCERO DE. **Variedades biomass accumulation of cassava submitted to different cutting times.** Areia – PB, Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, december of 2009. 122 f. il. Thesis (Doctor in Agronomy). Agronomy of Graduate Program. Advisers: Prof. Dr. Alberício Pereira de Andrade and Prof. Dr. Ivandro de França da Silva

ABSTRACT

A major barrier to agriculture production in the Northeast region is the forage production during periods of higher water deficit, which coincides with spring season, due to this particularity arises the necessity of alternatives to forage production to meet the animal feed, aiming the local flock maintenance, as well as the men setting in the field. As an alternative arises the cassava culture with dual purpose both animal feeding or human feeding, since this is an excellent energy source (roots) and proteins (air part). This study aims the characterization of biomass accumulation of cassava variedades submitted to different cutting times. The study was carried out at field conditions, at (EMEPA – PB), located at Alagoinha city – PB, Guarabira micro-region in an altitude of 140 m. The soil of the experimental area was classified as Red Nitisols. The region climate according to Koppen classification is type As, air relative humidity around 80%, presents an annual average temperature of 24° C. The relief of the experimental area is wavy, with a medium slope of 9%. The experimental area was composed by four complete randomized blocks. Each block with 50 m length by 10 m width, resulting in blocks of 500 m², totaling an experimental area of 2.000 m². The test followed the randomized block design, factorial 5 x 5 x 2 (characterized by five cutting times, two varieties and two conditions – presence and absence of organic fertilization), with four repetitions. The treatments distributed in five were represented by: 1) cassava submitted to cutting of the air part in September; 2) cassava submitted to cutting of the air part in October; 3) cassava submitted to cutting of the air part in November; 4) cassava submitted to successive cuttings of the air part each three months and ; 5) cassava without cutting of the air part (witness), use of two cassava variedades (“ white” and “ vulture eye”), in the absence and presence of organic fertilization, with cattle manure. From the results was verified that the production of tuberous roots from two cassava variedades were superior to the national average, even submitted to cutting of the air part, no significant difference to level 5% by Tukey test to the production of roots between variedades of cassava “ white “ and “ vulture eye “ . The organic fertilization with cattle manure had major influence in the air part

production of the cassava variedades. It has been concluded that the air part cutting in the cassava culture did not influence in the tuberous roots production, being recommended the cutting of the cassava part to forage production to animal feeding, in the time of greatest food need.

Key words: *Manihot esculenta*, organic fertilization, roots production, air phytomass, harvest index.

INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro é caracterizado principalmente, pelo seu regime climático, apresentando alta temperatura e por baixa precipitação pluvial, com uma média de 700 mm, à exceção das regiões litorâneas (Tabuleiros costeiros e zona da mata) que apresentam um maior volume de precipitação pluvial, superando os 1.200 mm, tem por vocação natural o desenvolvimento e a exploração da pecuária, principalmente com animais de pequeno porte como, por exemplo, caprinos, ovinos e aves, bem como a bovinocultura de corte e leite.

Porém, um dos grandes entraves ao desenvolvimento da pecuária nordestina é a produção de forragens para alimentação desse rebanho, principalmente no período da seca, que se prolonga desde a estação da primavera até a estação do verão ou parte dela, compreendendo de setembro a março ou janeiro, quando o período das chuvas é antecipado, caracterizado por produção escassa de alimento ou de ausência de produção. No intervalo de tempo que antecede o período seco, a fitomassa forrageira produzida na estação das águas é consumida pelo rebanho, surgindo a necessidade de produção de uma reserva alimentar, que poderia ser representada por (silagem ou por feno) de material vegetal produzido com essa finalidade garantindo, assim, a manutenção do rebanho e a própria sustentação da propriedade, ou então, fazer o plantio de culturas que se adaptem aos rigores climáticos da região, com a finalidade de produzir forragens para o rebanho local e para a alimentação humana.

Para isso, devem ser utilizadas plantas que possam ter dupla aptidão (alimentação humana e animal), que sejam produtivas, de boa aceitabilidade pelos animais e nutritivas. Nesse contexto, a mandioca, surge como uma alternativa de produção de alimento animal para o Nordeste, visto que essa cultura apresenta uma grande capacidade de se desenvolver em diferentes ambientes. E, por apresentar uma relação parte aérea/raiz de 1:1, poderá a parte aérea das plantas, através de cortes, ser utilizada para alimentação animal, nos momentos de escassez de alimento do rebanho nessa região, ficando a parte subterrânea e a nova parte aérea, para serem utilizadas em época oportuna.

A mandioca é uma planta que se caracteriza por ser tolerante a condições de deficiência hídrica (seca) e de baixa fertilidade do solo, sendo estes aspectos, os principais motivos pelos quais, a cultura é comumente cultivada e consumida por pequenos produtores rurais. Entretanto, a mandioca constitui-se como a base alimentar para aproximadamente 700 milhões de pessoas no mundo todo, além de ser utilizada no arração animal e como matéria-prima para diversos produtos agroindustriais (Doretto,1993; Souza et al., 2006).

Como alimento, as raízes de mandioca apresenta alta reserva de carboidratos e alta produção de fitomassa, enquanto que a parte aérea é rica em proteína, podendo ser ofertada aos animais, não fresca, devido o teor de ácido cianídrico, mas fenada ou ensilada, já que apresenta alta palatabilidade e digestibilidade, podendo dessa forma aumentar a produtividade animal e conseqüentemente melhorar a renda do pequeno produtor, no período de escassez de alimento.

Durante a colheita da mandioca, apenas parte da haste lenhosa é usada para novos plantios, correspondendo a 20% da fitomassa produzida e o restante é deixado no campo, ou incorporado ao solo como fonte de matéria orgânica. Estima-se que cerca de 14 a 16 milhões de toneladas de parte aérea de mandioca são deixadas no campo anualmente, oriundo da colheita da mandioca, que poderia ser utilizada como forragem de excelente qualidade nutricional, possibilitando um maior rendimento econômico para a propriedade rural e conseqüentemente para o produtor (Sagrilo et al., 2001).

Por outro lado, o aumento da idade das plantas exerce marcante influência na produção de folhagem, a qual vai perdendo peso e qualidade nutricional a partir dos seis meses, sendo que este fato se intensifica do 6º ao 18º mês após o plantio. De acordo com algumas pesquisas, cortes tardios e pouco intensos não afetam a produção de raízes, no entanto, cortes frequentes e intensos favorecem a produção de forragem, porém prejudicam a produção de raízes.

No entanto, a falta de conhecimento, pelos produtores, da importância da parte aérea da mandioca na alimentação animal, tem contribuído para o baixo aproveitamento desta fonte de proteína, principalmente durante o período seco, quando a produtividade e qualidade das pastagens são acentuadamente reduzidas.

Diante o exposto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a produção de fitomassa fresca e seca da parte aérea e de raízes de duas variedades de mandioca, submetidas a diferentes épocas de corte da fitomassa aérea, na microrregião de Guarabira-PB, sob adubação orgânica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Mandioca na alimentação humana

A agropecuária familiar no Brasil possui importância fundamental na geração de renda, empregos e principalmente na produção de alimentos. Há, atualmente, cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos agropecuários de caráter familiar, correspondendo a 80% do total, responsáveis pela ocupação de cerca de 70% da mão-de-obra, na área rural dos municípios brasileiros. Tais unidades produtivas respondem por 84% da mandioca, 67% do feijão, 58% dos suínos e dos frangos, 52% do leite, 49% do milho e 31% do arroz produzidos no Brasil (Lisita, 2009).

Os estabelecimentos rurais de natureza familiar, embora ocupando apenas 30% da área total agricultável e dispondo de 25,3% do financiamento agrícola governamental, respondem por 38% do valor bruto da produção nacional (MDA, 2005), demonstrando serem eficientes no cumprimento ao fim que se destinam.

As tuberosas são eminentemente calóricas e rústicas, razões pelas quais são consideradas alimentos de subsistência, capazes de proporcionar energia para populações carentes. Entre as tuberosas, a batata e o inhame são as mais energéticas. A mandioca, mesmo não sendo a cultura mais energética, destaca-se pela grande área plantada e por ser uma planta de muitos usos, desde a alimentação humana e animal, bem como ao uso industrial. Neste sentido, a mandioca aparece como um dos cultivos alimentares que proporcionam mais calorias (Oliveira, 2007).

Em âmbito mundial, a mandioca é uma das principais explorações agrícolas, com produção acima de 180 milhões de toneladas por ano. Entre as tuberosas, perde apenas para a batata e encontra-se entre os seis principais produtos alimentares (soja, trigo, arroz, milho, batata e mandioca) (Furlaneto et al., 2006).

Como principal fonte alimentar para grande parte da população mundial, a mandioca aparece, particularmente em países da América do Sul, África e Ásia, onde é primariamente a fonte de calorias e carboidratos para 300 milhões a 500 milhões de pessoas. No Brasil, estima-se que 50% da produção de raízes de mandioca destinam-se à alimentação animal e o restante à alimentação humana (Correa et al., 2005).

Dentre os continentes, a África é a maior produtora mundial (53,32%), seguida de Ásia (28,08%), América (18,49%) e Oceania (0,11%). Quanto ao rendimento, destacam-se a

Ásia (14,37 t ha⁻¹), a América (12,22 t ha⁻¹), a Oceania (11,57 t ha⁻¹) e a África (8,46 t ha⁻¹) (Fukuda & Otsubo, 2003).

No Brasil, a região Nordeste possui uma área plantada de 909.393 hectares e área colhida de 889.331 hectares, com uma produção de 9.645.562 toneladas e rendimento médio de 10,85 t ha⁻¹. Por sua vez, a Paraíba apresenta-se com um rendimento médio de 9,16 t ha⁻¹, inferior à média nacional, para uma quantidade produzida de 255.768 toneladas e uma área colhida de 27.922 hectares e área plantada de 29.722 hectares (IBGE, 2005).

Conhecida pela rusticidade e pelo papel social que desempenha junto às populações de baixa renda, a cultura da mandioca tem grande adaptabilidade aos diferentes ecossistemas, possibilitando seu cultivo em praticamente todo o território nacional. Sua produção mundial é de mais de 180 milhões de toneladas anuais de raiz. Está entre os dez produtos alimentares da humanidade em volume de produção. Cerca de 61,8% da produção mundial da cultura fica localizada na Nigéria, Brasil, Tailândia, Congo, Indonésia e Gana (Perozzi, 2007).

Estima-se que o consumo *per capita* de mandioca no País, seja da ordem de 70 Kg/ano, equivalente de raiz. A farinha, principal derivado da mandioca, é consumida em todo o Brasil, especialmente pela população de renda mais baixa, sendo este consumo médio, aproximadamente 18 kg/habitante/ano (70 kg equivalente de raiz). Atualmente, cerca de 85% da produção de mandioca são destinados à fabricação de farinha e amido e o restante vai para consumo *in natura* (raízes frescas) e indústrias de congelados (Furlaneto et al.; 2006), superando o consumo médio mundial de 17 kg hab⁻¹ ano⁻¹ (MDA, 2005).

No Brasil, a cultura da mandioca é cultivada em todas as regiões fisiográficas, inclusive na região sul, caracterizada por frio intenso em alguns períodos do ano. Segundo estimativas do IBGE, referente à safra nacional de mandioca 2006/2007, a produção de raízes foi de 27,5 milhões de toneladas, destacando-se as contribuições das regiões Nordeste e Norte com 35,9% e 25,2%, respectivamente, da produção nacional. Nas demais regiões, essa participação foi de 23,1% no Sul, 9,7% no Sudeste e 6% no Centro Oeste.

Nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, os plantios de mandioca são tecnificados e destinam-se às indústrias de farinha e fécula. Nas Regiões Norte e Nordeste, a produção de mandioca é quase toda destinada à indústria artesanal de farinha, enquanto a mandioca mansa (macacheira) é utilizada na alimentação humana. De forma geral, a produção de mandioca do país é obtida em pequenas propriedades rurais, onde predominam os sistemas de produção tradicionais (Cordeiro & Almeida, 2003).

A cultura da mandioca tem um importante papel no Brasil, usada mais como fonte de energia e pouco como fonte de proteína, na alimentação humana e animal, quanto como

geradora de emprego e de renda, notadamente, nas áreas pobres da região Nordeste (Cardoso & Souza, 2002).

Para as famílias na faixa de renda menor que um salário mínimo, o consumo de mandioca e seus derivados representa em torno de 10% da despesa anual em alimentação. Ela só perde em importância para o feijão, que aparece com um consumo equivalente a 13% dessa despesa. Esses dados ratificam a importância do produto para as classes de renda mais baixa conforme mostram (Cardoso et al. 2001).

A mandioca tem número de usos correntes e potenciais, classificados segundo o tipo de raiz, em duas grandes categorias: mandioca de mesa e mandioca para a indústria, sendo a maior parte da mandioca de mesa comercializada na forma *in natura*. Atualmente vem crescendo a comercialização de mandioca pré-cozida e congelada e na forma de *snack*. Já para a indústria a mandioca tem grande variedade de usos; a produção de farinha e de fécula são as mais importantes. A farinha tem essencialmente uso alimentar, com elevada especificidade regional, que em muitos casos torna o produto cativo a mercados locais (Cardoso & Souza, 2002). De acordo com Cardoso & Leal (1999), as mudanças nos hábitos alimentares associado ao aumento de renda *per capita* brasileira vem resultando em redução de consumo de farinha, motivada pela substituição desta por arroz e macarrão.

A mandioca segundo Franco et al, (2002) pode ser considerada como a mais versátil das tuberosas tropicais. Varias opções podem ser encontradas nos mercados das capitais e grandes cidades do país, para aumentar o consumo culinário da mandioca: minimamente processada, congelada ou refrigerada, pré-cozida e congelada e mais recentemente, “*french fries*” e “*chips*”. Para mandioca industrial, o processamento no Brasil concentra-se em farinha. Calcula-se que cerca de 80% das raízes seja consumida para este fim, a maioria em farinhas não formais, distribuídas por todo o Brasil. Cerca de 3% podem ser contabilizados formalmente como sendo destinados à extração de fécula e suas modificações. O restante, provavelmente, vai para a alimentação animal (Cereda, 2001).

Ainda segundo esta pesquisadora, estima-se que 80% das raízes de mandioca produzidas no Brasil, de um total de 23 milhões de toneladas, sejam destinados à fabricação de farinhas. A falta de uma estatística confiável e o fato de que a maioria das pequenas fábricas, denominadas de casas de farinha ou casas de forno, é informal, dificultando essa avaliação.

A fécula e seus produtos derivados têm sido utilizados em produtos amiláceos para a alimentação humana ou como insumos em diversos ramos industriais, tais como o de alimentos embutidos, nas indústrias de massas e panificação, de sopas de embalagens, de

colas, de mineração, têxtil e na farmacêutica (Franco et al., 2002). São nesses mercados que ocorrem a maior agregação de valor e se encontram as maiores perspectivas para o desenvolvimento da atividade mandiogueira (Cardoso & Souza, 2002). Atualmente pesquisas vem sendo realizadas com o intuito de utilizar o amido de mandioca para confecção de sacolas plásticas, pois com o incremento de vegetal na constituição dessas sacolas as ligações do carbono ficaram mais susceptíveis para a sua quebra.

O Brasil é um país muito rico em alimentos regionais produzidos com mandioca. Citam-se ainda os beijus, as tapiocas, massa puba para elaboração de bolos, o tucupi bebida típica da região Norte do país, além de novos produtos a partir da massa ralada de mandioca para fabricação de bolos e pudins. As folhas de mandioca também podem ser utilizadas na alimentação humana principalmente para as crianças subnutridas na composição da multi-mistura (Cereda, 2001).

2.2. Mandioca na alimentação animal

Com a globalização da economia mundial determinou-se diferentes estratégias nas organizações e, conseqüentemente nas estruturas de produção tanto industrial e agrícola. A adequação destas estruturas às novas exigências do mercado atual, faz-se necessário e constitui garantia de sobrevivência em ambientes de competição elevada. Estas mudanças veem ocorrendo em todo cenário econômico nacional, do qual a agropecuária é parte integrante e responsável por proporcionar um equilíbrio na balança comercial do país.

O agronegócio brasileiro tem importância fundamental na balança comercial, como gerador de renda e riqueza, sendo responsável por 33% do produto interno bruto, 42% da pauta de exportações e 37% dos empregos. No ano de 2008, as vendas externas de produtos agropecuários renderam ao Brasil US\$ 56,1 bilhões (CEPEA, 2008). Nesse contexto, a redução dos custos dos sistemas produção de ruminantes, tem despertado interesse por estudos de fontes energéticas alternativas, que possa substituir os concentrados energéticos tradicionais, conferindo maior competitividade e sustentabilidade ao setor (Holzer et al., 1997; Medroni, 1998; e Zeoula et al., 1998).

Existe uma variedade de alimentos e resíduos da agroindústria que podem ser usados na alimentação de ruminantes e seu valor nutricional é determinado por complexa interação de seus constituintes e pela interação com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão e absorção, no transporte e na utilização dos metabólitos, além da própria condição fisiológica do animal.

A mandioca é a cultura que possibilita aproveitamento integral, pois tanto raízes, ricas em carboidratos, quanto parte aérea rica em proteínas, representam dessa forma, excelentes fontes de alimento (Lorenzi & Dias, 1993; Montaldo et al., 1994).

Sob esta ótica, as pesquisas com mandioca e seus subprodutos, vêm se destacando nos últimos anos, em função da facilidade de seu cultivo, expressiva produção e seu papel na conjuntura socioeconômica do país, além da possibilidade de utilização de seus resíduos culturais (folhas e caule), e de seus subprodutos industriais (casca, farinha de varredura, fécula, etc), com importância marcante na alimentação humana e forragem animal (Pereira, 1987).

No atual cenário em que as margens de retorno econômico das atividades pecuárias encontram-se cada vez mais restritas, a busca por maior eficiência produtiva se torna uma questão de sobrevivência. Nesse sentido o aproveitamento dos subprodutos provenientes da cultura da mandioca assume um importante papel de expressivo valor econômico, face ao volume dos resíduos, sua disponibilidade, bem como a sua utilização, basicamente na forma de insumos na alimentação de ruminantes.

Com o aumento na utilização de grãos de cereais na nutrição de ruminantes, tem-se dado especial atenção às implicações nutricionais dos carboidratos, as quais se referem não somente aos carboidratos estruturais, mas também aos açúcares solúveis, outros carboidratos de reserva e, principalmente, ao amido. Os carboidratos são a fonte mais importante de energia para os microrganismos do rúmen e sua utilização está diretamente ligada à sua origem (Prado et al., 2000).

A mandioca é um alimento que contém 3,04 Mcal/kg de energia metabolizável (EM), sendo, portanto, semelhante à EM do milho, com 3,25 Mcal/kg (NRC, 1996), e seus resíduos estão sendo utilizados por alguns confinadores como fonte alternativa de EM na nutrição de ruminantes. A mandioca pode ainda, contribuir com o aumento na suplementação no fornecimento de nutrientes na ração dos ruminantes de várias maneiras, dentre elas, merece destaque o aproveitamento da parte aérea. No entanto, tradicionalmente, para a alimentação animal, considera-se como aproveitável, nos cultivos acima de oito meses, o terço superior, mais enfolhado e, conseqüentemente, mais rico sob o ponto de vista nutricional (Nunes Irmão, 2008).

O uso da mandioca na alimentação animal, em especial nas regiões caracterizadas por regime de precipitação pluviais irregulares e concentradas em poucos meses do ano, a exemplo do semi-árido nordestino, tem se intensificado nos últimos anos. Nesse contexto, a entressafra da produção de forragem na região Nordeste proporcionada por suas

peculiaridades climáticas, constitui para os produtores, um período do ano cheio de dificuldades para que se possa fornecer ao seu rebanho uma alimentação equilibrada do ponto de vista nutricional e em quantidade para atender a necessidade animal. Devido essas dificuldades, o aproveitamento de resíduos da agroindústria mostra-se como uma boa alternativa na alimentação animal (Silva et al., 2005).

A mandioca distingue-se de outras forrageiras por ser uma cultura que pode ser manejada com o duplo propósito de produção de carboidratos solúveis (amido), principal componente das raízes tuberosas, e ou de proteína, presente em elevadas concentrações nas folhas (Preston, 2001). Segundo a FAO (2000), é possível obter acima de 6 t/ha/ano de massa seca da parte aérea da planta, com práticas agrônômicas específicas, voltadas para essa finalidade.

Na propriedade agrícola, a planta da mandioca possui três componentes de interesse comercial e com valor de mercado: a) a parte aérea, aproveitável para a alimentação animal, correspondendo ao terço superior da planta; b) as raízes; e c) as manivas para o replantio. A parte aérea apresenta grande potencial como ingrediente nas rações dos animais, mas, normalmente, o seu uso eficiente é negligenciado. Como ingredientes das rações, são usadas as lâminas foliares, hastes, pecíolos, além dos caules e ramificações pouco lignificadas representando o terço superior da planta, que pode ser incluído simultaneamente com a raiz, sob circunstância especiais, em rações balanceadas, para atender as exigências nutricionais dos monogástricos, sobretudo das fêmeas suínas em gestação. Segundo estimativas, existe uma razão de 25% de material da parte aérea (terço superior) com relação à produção de raízes; porém, com o manejo sistemático e racional da parte aérea, potencialmente se produziria o equivalente a 40% da produção em termos de raízes. Estima-se que, atualmente, por ocasião da colheita apenas metade da parte aérea apta à alimentação animal é aproveitada. Em condições normais de produção, o potencial produtivo médio do terço superior, segundo Carvalho & Kato (1987), é de 4,5 a 5,0 toneladas de matéria verde por hectare ao ano.

O aproveitamento integral da mandioca com o uso simultâneo das raízes e da parte aérea, visando à alimentação de suínos e aves, é uma alternativa em potencial que pode oferecer redução de custos na produção animal, porque combina a fonte energética (a raiz) com a fonte protéica (a parte aérea) (Ludke et al., 2005).

No Brasil, podem ser identificados sete ecossistemas diferenciados (pela conjunção de clima, solo, relevo e vegetação), onde se caracterizam sistemas de produção de mandioca específicos, nos quais são utilizadas variedades adaptadas. Esses ecossistemas são caracterizados resumidamente da seguinte maneira: 1) na Região Norte, pela produção na

Bacia Amazônica, em terras baixas com clima Equatorial ou Tropical Úmido, sem estação seca definida e pluviosidade acima de 3.000 mm ao ano; 2) no Brasil Central, pela produção nos solos ácidos do cerrado com clima tropical, apresentando um curto período seco e pluviosidade entre 1.500 a 3.000 mm ao ano; 3) no Brasil Central, pela produção em terras localizadas em média altitude, entre 800 e 1.400 metros acima do nível do mar, com clima tropical de altitude; 4) nas regiões litorâneas, sob influência do clima tropical Atlântico, estendendo-se do Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte e apresentando pluviosidade em torno de 1.500 mm anuais; 5) no Nordeste, pela produção em regiões de predominância do clima semi-árido, com distribuição unimodal da chuva e pluviosidade abaixo de 800 mm ao ano; 6) no Nordeste, pela produção nas regiões de abrangência do clima tropical subúmido, com distribuição bimodal das chuvas entre 800 e 1.500 mm ao ano; e 7) no Brasil setentrional, pela produção na região de abrangência do clima subtropical, em latitudes maiores que 23°, abaixo do trópico de Capricórnio (Ludke et al., 2005).

Essa adaptação da cultura da mandioca aos diversos ecossistemas faz dela, uma cultura que pode ser utilizadas nas diferentes condições de exploração agrícola, até porque, tem sido em algumas situações a cultura principal para a agricultura familiar, que pela adaptação tem conseguido produzir, onde outras culturas não tiveram sucesso.

Para Marques et al., (2000), o elevado teor de carboidratos, notadamente sob a forma de amido, nas raízes da mandioca e nos variados subprodutos de sua industrialização, caracteriza tais alimentos como alternativas economicamente viáveis como sucedâneos energéticos do milho e de outros grãos ou suplementos concentrados de uso comum na alimentação de ruminantes.

Em pesquisa realizada por Nunes Irmão et al. (2008), a parte aérea da mandioca não deve ser utilizada após 16 meses do plantio, para a produção de feno voltada à alimentação de ruminantes em função de uma menor qualidade nutricional que se reflete na redução da fração protéica, aumento da indisponibilidade do nitrogênio e aumento das cinzas insolúveis que não são utilizadas pelos ruminantes. Estes mesmos autores informam ainda, que o feno obtido de plantas aos oito meses após o plantio destacou-se em relação à composição química, além de demandar um menor tempo de cultivo. Esse fato torna-se interessante para a região Nordeste, uma vez que, desejando ter uma produção de parte aérea que possa ser utilizada na alimentação animal, o plantio da mandioca deve ocorrer para que, o período de seis a oito meses para corte da parte aérea, aconteça no período de maior escassez de alimento.

Segundo Netpana et al. (2001), pesquisas têm demonstrado que o uso de forragem da parte aérea de mandioca em vacas e búfalos, apresentam comparativamente, menor contagem

de ovos de nematódeos gastrintestinais, efeito este atribuído à presença de taninos atuando como agentes anti-helmínticos naturais. Já Wanapat et al.; 2001), encontraram efeito colateral benéfico para o aumento da vida de prateleira do leite, sendo este, atribuído à presença do tiocianato, metabólico resultante do processo de destoxificação do HCN no trato gastrointestinal de vacas.

Guedes et al. (2007), trabalhando com ganho de peso de bovinos em Alagoinha – PB, identificaram em animais que receberam dietas contendo 50% de mandioca + 50% de ração tradicional e com 25% de mandioca + 75% de ração tradicional ganhos de peso diários mais elevados em relação aos animais submetidos à pastagem natural e ração tradicional à base de 70% de capim elefante picado + 30% de cana-de-açúcar.

Ferreira et al., (1989) verificaram que o valor nutritivo do sorgo e da raspa de mandioca, como fontes exclusivas de energia ou misturadas ao milho em partes iguais, foi semelhante ao do milho no desempenho de novilhos confinados. Da mesma forma, Zinn & Depeters (1991), avaliando o valor de substituição da mandioca peletizada em relação ao milho, observaram que a mandioca pode substituir até 30% da matéria seca (MS), em dietas para bovinos confinados em crescimento e terminação, sem alterar o ganho médio diário ou a ingestão da MS.

Prado et al., (2000) concluíram que a casca de mandioca pode substituir o milho como fonte de energia, sem alterar o desempenho de novilhas terminadas em confinamento. Já Marques (1999) trabalhando com novilhas mestiças de 20 meses de idade e peso vivo médio de 365 kg verificou retração no consumo, porém, não observou efeito da substituição do milho pelos subprodutos da mandioca (raspa de mandioca, farinha de varredura e casca de mandioca desidratada) sobre o ganho médio diário, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Marques et al. (2000), estudando a substituição do milho pelos resíduos da mandioca fornecidos duas vezes ao dia afirmaram que a substituição do milho pela mandioca e seus resíduos, embora tenha reduzido o consumo de alimentos, sobretudo a farinha de varredura, não alterou o ganho de peso, a conversão alimentar da matéria seca e o rendimento de carcaça dos animais. Jorge et al. (2002), verificaram que o aumento dos níveis de farinha de varredura nas dietas proporcionou um aumento linear dos coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta, amido e extrato bruto, não influenciando o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro, nem os valores energéticos das rações.

O maior valor de eficiência microbiana aparente (expresso em g de Nitrogênio microbiano / Kg de matéria orgânica degradada no rúmen) foi observado para a ração com farinha de varredura, indicando que esta fonte energética, possivelmente apresentou uma

melhor sincronização com a fonte protéica (farelo de soja), diminuindo a perda de nitrogênio na forma de $N-NH_3$ e aumentando a eficiência microbiana (Zeoula et., 2002).

Avaliação do efeito da substituição do milho pela casca de mandioca em rações completas para caprinos em crescimento, sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes e o ganho diário de peso, com análise econômica das rações de 24 fêmeas Saanen, com peso vivo médio inicial de $24,20 \pm 2,28$ Kg e idade média de 10 meses foi realizada por Menezes et al (2004). Os animais receberam ração completa com 59% de feno de *Coastcross* (*Cynodon dactylon* L.) e os tratamentos consistiram na substituição do milho pela casca de mandioca, em níveis crescentes de 0% a 100%. Os ganhos médios diários foram: 97,70; 83,33; 45,90 e 23,84 g/animal/dia, respectivamente para os tratamentos com substituição de 0, 33, 66 e 100%.

Yoshihara et al., (2009) concluíram que a inclusão da mandioca integral na alimentação das aves caipiras, como fonte energética, é uma opção interessante para o pequeno produtor, já que essa cultura tem um menor custo de produção, cerca de 40% em relação ao milho, além de ser de fácil cultivo. A ração de mandioca pode dar sustentabilidade a proposta como forma de aproveitar totalmente a cultura da mandioca de uso culinário sempre que o preço de venda na propriedade estiver pouco compensador. Ao contrário, quando o preço de mercado da mandioca de uso culinário estiver melhor, o produtor poderá ser estimulado a vender mandioca e comprar ração.

A integração agricultura e pecuária com possibilidade de produção de alimento por pequenos agricultores e venda no mercado poderia ser uma forma de gerar trabalho e renda, permitindo incluir a agricultura familiar na matriz produtora de mandioca e carne, fomentando o desenvolvimento econômico e social das famílias e comunidades rurais (Yoshihara et al., 2007).

Os resíduos de mandioca poder ser utilizados como substitutos dos alimentos energéticos tradicionalmente utilizados na alimentação de ruminantes, com desempenho similar e redução nos custos de produção. Presente em diversas regiões do país, estes resíduos representam uma alternativa biológica e economicamente viável.

2.3. Corte e produção da fitomassa aérea

Segundo Azevedo et al. (2006), um dos enfoques da pecuária atual é a busca de fontes de alimentos suplementares, menos onerosos para a formação de dietas para os

animais. O conhecimento detalhado da composição química e o valor nutricional desses alimentos são imprescindíveis, para saber a sua real aplicabilidade nos sistemas de produção. Assim, destaca-se a mandioca, tradicionalmente cultivada em países de clima tropical.

Essa cultura é cultivada em todas as regiões brasileiras, para duas finalidades básicas: uma delas, consiste no uso de suas raízes tuberosas através do consumo culinário e a outra, de modo indireto, mediante utilização da matéria prima no processamento industrial para a fabricação de farinha de mandioca ou ainda para a extração de fécula (Cereda, 1994).

Embora muito conhecida, o seu uso na alimentação animal tem sido pouco explorado, face ao desconhecimento do seu valor nutricional e do seu potencial no tocante à produção animal.

Tradicionalmente, os produtores vendem ou processam as raízes, utilizam o terço médio das hastes em novos plantios, que em média, corresponde a 20% da parte aérea das plantas, enquanto que o restante permanece no campo e são incorporados ao solo. Um problema adicional para a cultura que apresenta propagação vegetativa é o material para o plantio, a qual apresenta curto período de armazenamento o que faz com que o período de colheita, coincida com o momento do plantio e com a época de máxima produção das pastagens (Vieira, 2008).

A falta de conhecimento, pelos produtores, da importância de seu uso na alimentação animal, tem contribuído para o baixo aproveitamento desta fonte de proteína, principalmente durante o período seco, quando a produtividade e qualidade das pastagens são acentuadamente reduzidas. A possibilidade de armazenamento da parte aérea sob a forma de feno ou silagem tornaria viável sua utilização durante os períodos críticos de alimentação dos rebanhos, além de diminuir consideravelmente os custos de produção na propriedade (Carvalho et al., 1983).

Durante a colheita da mandioca, apenas parte da haste lenhosa (terço intermediário entre a base inferior e o ápice) é usada para novos plantios, correspondendo a 20% da fitomassa produzida e o restante é deixado no campo, ou incorporado ao solo como fonte de matéria orgânica, sendo desperdiçado 80% deste material para alimentação animal, pois a fitomassa aérea é rica principalmente em proteína (Carvalho, 1994).

Vários são os fatores que podem influenciar na produção de parte aérea da planta de mandioca, bem como na produção de cepa. Dentre estes fatores, destacam-se a fertilidade do solo, a época de colheita, as diferenças genotípicas e, a interação destas com as condições ambientais prevalescentes (Sagrilo et al., 2001). Muitos são os trabalhos desenvolvidos que

mostram o potencial de produção de resíduos agrícolas de diferentes variedades de mandioca em diferente tipos de solos.

As variedades de mandioca diferem quanto à produtividade, tanto de fitomassa aérea quanto de raízes, o que permite a seleção das mais promissoras, de acordo com a finalidade a que se destinam. Na seleção de variedades para a produção de forragens, um fator a ser considerado é a partição diferencial da parte aérea da planta (porcentagem de caule, limbo e pecíolo), já que apenas a parte enfolhada da planta é aproveitável, o que corresponde aproximadamente ao seu terço superior (Costa et al., 2007). Porém essa condição é dependente da idade da planta. Carvalho (1994), estima que cerca de 14 a 16 milhões de toneladas de parte aérea de mandioca são deixadas no campo anualmente. Trabalhos de pesquisa sobre a riqueza desse material tem mostrado que a parte aérea contém 16% a 18% de proteína, enquanto só a folha pode atingir 28% a 32%, além do que, esta apresenta uma digestibilidade de 70 a 75% (Montaldo et al., 1994), podendo portanto, ser utilizada como uma excelente forrageira para o Nordeste brasileiro, principalmente nos períodos de maior escassez de alimentos.

Segundo Sagrilo et al. (2001), uma meta atual é a possibilidade de aproveitamento integral da planta de mandioca, utilizando-se a parte aérea como forragem, em função da existência de um grande número de agroindústrias de produtos da raiz, principalmente farinhas e amido. Considerando que apenas 20% do total de ramas, produzidas numa aérea, são aproveitadas para replantio da mesma área, restam no campo, 80% de um produto de grande valor alimentar para os animais, que não deve ser desperdiçado (Carvalho, 1994).

O aumento da idade das plantas exerce marcante influência na produção de folhagem, a qual vai perdendo peso a partir dos seis meses, sendo que este fato se intensifica do 6º ao 18º mês após o plantio (Albuquerque & Cardoso, 1980). Resultados concordantes foram obtidos por Fukuda & Caldas (1985), avaliando 12 variedades de mandioca. Foi observado que o corte aos 24 meses proporcionou um incremento de apenas 5% na produção da parte aérea, em relação com o corte aos 18 meses.

De acordo com algumas pesquisas, cortes tardias e pouco intensas não afetam a produção de raízes, no entanto, cortes freqüentes e intensas favorecem a produção de forragem, e prejudicam a produção de raízes (Moura & Costa, 2001). Teeluck et al. (1981), obtiveram produções de 44,5 t/ha de matéria fresca, com uma composição de 36% de folhas e pecíolos e 64% de hastes, utilizando cortes entre 10 e 15 cm acima do solo, a intervalos de três a cinco meses.

Moura & Costa (2001) verificaram reduções significativas nos rendimentos de raízes de cinco variedades de mandioca com o aumento da frequência de cortes, não sendo observado efeito significativo da altura de corte. Costa et al. (2007), trabalhando com seis variedades de mandioca em Porto Velho – RO, encontraram maiores produtividades de matéria seca de folhas, quando o corte foi realizado aos doze meses, em comparação com os cortes aos 6 e 18 meses.

O aumento da idade das plantas, segundo Albuquerque & Cardoso (1980), exerce marcante influência na produção de folhas, as quais vão caindo com o avanço da idade das plantas, processo que se intensifica do 6º ao 18º mês após o plantio. Já no trabalho realizado por Moura & Costa (2001), foi observado que a percentagem de folhas de cinco variedades de mandioca, decresceu de 29,11% no sexto mês, para 11,65% aos 18 meses.

Pinho et al. (1981) observaram que o corte efetuado aos 12 meses de plantio contribuiu para uma maior produtividade da parte aérea sem afetar o rendimento da cultura, desde que seja aplicada 4 a 6 meses antes da colheita. Segundo Conceição (1981), o corte se torna benéfico para a mandioca, pois quando a planta é submetida a essa prática produz brotos mais vigorosos, que crescem rapidamente, em contraste com aquelas que não foram submetidas ao processo de corte. Por outro lado é observado que na falta desse procedimento a brotação é menos luxuriante e irregularmente localizada nas extremidades das hastes, fato notório quando a planta não é cortada e vem de uma fase de repouso.

No trabalho desenvolvido por Moura & Costa (2001), foi verificado que o rendimento de raízes é afetado tanto pela altura de corte como pela frequência de corte. Já a redução da altura de corte e o aumento da frequência de corte reduzem o teor de matéria seca das raízes, e elevam o índice de podridão radicular. Foi verificado também que a frequência de corte reduz o teor de ácido cianídrico nas raízes. Vieira et al. (2008) observaram que o manejo do corte aos doze meses após o plantio em média reduz a produtividade de parte aérea, a produtividade de raízes e o teor de amido em raízes de mandioca.

2.4. Produção de raízes

Para Cadavid (2007), a mandioca extrai grandes quantidades de nutrientes do solo, sendo notória a alta exportação do nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio do solo pela mandioca por toneladas de raízes frescas e parte aérea produzidas. Por exemplo: 2,33 a 4,91 kg de N; 0,52 a 1,08 kg de P; 4,11 a 5,83 kg de K; 0,61 a 1,83 kg de Ca; 0,34 a 0,79 kg de Mg, são exportado da área por tonelada de raiz produzida. Com relação à extração da parte

aérea, estes valores são 2,58 kg de N; 1,72 kg de K; Ca 1,22 e Mg 0,45 K por tonelada produzida (Howeler, 1981, Lorenzi, 1978).

As quantidades extraídas de nutrientes variam com a capacidade do solo em fornecer nutrientes à planta, níveis de adubação, poder de extração entre variedades, ciclo de cultivo, densidade populacional e outras práticas culturais, clima, métodos analíticos e outros que, direta ou indiretamente, são intervenientes e de difícil controle, o que vai refletir diretamente na produção de raízes de mandioca (Gomes & Silva, 2006).

Diferentemente dos cereais o desenvolvimento das raízes tuberosas da mandioca se dá juntamente com o da parte aérea (caule, pecíolos e folhas). Dessa forma, ocorre uma demanda simultânea de assimilados para o desenvolvimento das partes aéreas e subterrâneas, que competem entre si. O rendimento de raízes tuberosas é portanto, dependente do saldo de carboidratos disponíveis durante o desenvolvimento das plantas e da capacidade das raízes os atraírem e acumular na forma de amido (Enyi, 1972; Williams, 1972).

Em contraste com outras culturas de propagação vegetativa, produtoras de órgãos especializados em armazenamento como a batata (*Solanum tuberosum* L.), onde os tubérculos praticamente monopolizam o acúmulo de elaborados, na cultura da mandioca os açúcares produzidos nas folhas, além de serem armazenados como amido, nas raízes tuberosas, acumulam-se nas ramas e mesmo na maniva semente (Aguiar, 2003).

Alterações no suprimento de carboidratos para as raízes nos primeiros estádios de desenvolvimento, quando as raízes tuberosas iniciam sua diferenciação, podem acarretar grandes efeitos nesta capacidade de dreno, podendo comprometer o fluxo de carboidratos para as raízes e conseqüentemente sua produção (Cock et al., 1979; Hunt, 1977).

O número de hastes influencia significativamente o rendimento de raízes. Plantas com maior número de hastes apresentam menor desenvolvimento de raízes quando comparadas a plantas com apenas uma haste, devido à competição entre o desenvolvimento das raízes e o da parte aérea (Enyi, 1972).

Neste mesmo sentido, pode-se observar entre as diversas variedades diferenças no porte das plantas e na largura dos lóbulos foliares. Variedades de menor porte podem possibilitar maiores densidades devido a menor competição entre plantas por luz. Lóbulos foliares estreitos permitem menor sombreamento entre as folhas da mesma planta possibilitando melhor distribuição e utilização da radiação solar e, conseqüentemente, melhor produção de raízes (Aguiar, 2003).

O rendimento de raiz está relacionado à vários caracteres da planta ou componentes de produção, como: massa de raiz, massa de parte aérea, número de raízes por planta, índice de colheita e altura de planta (Fukuda et al., 1985).

Existe uma correlação positiva entre os fatores massa de raiz e parte aérea, ou seja, manifesta-se em sentido contrário ao observado, em relação ao peso das folhas, sendo assim, do 6º ao 18º mês há um aumento gradativo de produção de raízes, porém sendo pouco expressivo entre o 9º e o 12º mês (Albuquerque & Cardoso, 1980). Neste sentido o produtor pode escalonar as colheitas, pois sabendo-se que não haverá praticamente alterações do teor de fécula das raízes e de proteínas das folhagens entre o 12º e o 18º mês de idade das plantas, qualquer que seja a época de plantio e da colheita.

De acordo com Buitagro (1990), a colheita da parte aérea em cultivos destinados a produção convencional de raízes, não deve ser antes de 4 a 5 meses, isto porque afeta severamente a produção de raiz.

Cock et al. (1979) afirmaram que o potencial produtivo da cultura da mandioca pode ser estimado em 80 a 90 t ha⁻¹ de matéria fresca, o que equivale de 28 a 32 t ha⁻¹ de matéria seca de raízes. Na Indonésia em trabalho realizado pelo CIAT (1980), a produtividade de mandioca atingiu 82 t ha⁻¹ ano⁻¹. A produção de mandioca no estado da Paraíba é atividade predominantemente ligada a pequenos agricultores, com produtividade média estimada em 9,12 Mg ha⁻¹, sendo exclusivamente destinada à alimentação humana *in natura*, ou nas formas de farinha e goma (fécula).

Trabalhando com três diferentes regimes de corte da parte aérea de mandioca em Porto Velho – RO, em seis variedades de mandioca, Costa et al. (2007), chegaram à seguinte conclusão, para todas as variedades avaliadas os maiores rendimentos de raízes foram obtidos com cortes aos 18 meses de idade, não sendo detectado efeito significativo da altura de corte. Os resultados obtidos evidenciam a viabilidade técnica do cultivo da mandioca visando, simultaneamente, a produção de forragem e raízes. No entanto, Moura & Costa (2001), trabalhando nas condições climáticas de Rio Branco – AC, concluíram que o rendimento de raízes é afetado tanto pela altura de corte como pela frequência de corte. A redução da altura de corte e o aumento da frequência de corte reduzem o teor de matéria seca das raízes, e elevam o índice de podridão das raízes. Já a maior frequência de corte reduz o teor de ácido cianídrico nas raízes.

Cavalcante (2005), em pesquisa realizada no município de Areia-PB, trabalhando em sistema de consórcio com as culturas da mandioca e feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L), obteve uma produção de média de 21,1 e 9,5 t ha⁻¹, para raízes frescas e secas,

respectivamente. Cavalcanti Filho (1999), também trabalhando no município de Areia-PB porém, com outras variedades, com diferentes épocas de colheita, obteve produção de 10,61 t ha⁻¹, para a variedade Monge Branca, em ano de baixa precipitação pluvial.

Diniz Neto (2001), avaliando o comportamento produtivo de variedades de mandioca mansa e brava na microrregião de Guarabira - PB, mais precisamente no município de Alagoinha, encontrou produtividade média de 24 t ha⁻¹ de raízes frescas, sem adubação. No mesmo município Chagas (2003), trabalhando com adubação mineral, sob orientação de plantio e espaçamento na produção de mandioca, obteve 32,99 t ha⁻¹.

Sagrilo (2001), trabalhando com três variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita no segundo ciclo vegetativo no município de Araruna – PR, obteve uma produção de raízes de 26,64 t ha⁻¹ e Oliveira et al. (2001), trabalhando sob influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca nas condições climáticas de Araruna – PR, obteve uma produção média de raízes tuberosas de 19,88 t ha⁻¹.

Avaliando os efeitos de espaçamento, idades de colheita e anos de plantio sobre algumas características de duas variedades de mandioca em Felixlândia – MG, Andrade (1989), obteve uma produção média de 13,96 e 9,37 t ha⁻¹. Já Leonel Neto (1983), analisando a influência da idade de colheita e espaçamento sobre algumas características de duas variedades de mandioca também no município de Felixlândia – MG teve uma produtividade média de 16,95 t ha⁻¹. Trabalhando nas condições climáticas de Assis – SP, com produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita, Aguiar (2003) obteve uma produção média de 19,73 t ha⁻¹. Devidé et al, (2009) avaliando a produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico, nas condições climáticas de Seropédica – RJ, encontraram uma produtividade média de raízes comerciais de 33,3 t ha⁻¹.

2.5. Qualidade das raízes de mandioca

As raízes de mandioca apresentam uma composição média de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídeos e 0,3% de fibras (Albuquerque et al., 1993). As raízes de mandioca são essencialmente energéticas, apresentando elevados teores de carboidratos, principalmente polissacarídeos. Conceição (1981), afirma que o processo de queda das folhas na planta pode ser um indicativo da máxima quantidade e qualidade das raízes tuberosas no primeiro ciclo vegetativo.

De acordo com Jorge et al. (2002) a mandioca e seus subprodutos tem potencial e disponibilidade para serem utilizados na alimentação animal. Cavalcanti (2002), afirma que as raízes da mandioca possuem valor energético semelhante ao milho. Marques et al. (2000) veem a mandioca e seus resíduos como fontes alternativas de energia, uma vez que os grãos são largamente utilizados na alimentação humana e de animais monogástricos, tornando-se assim mais concorridos e com custo conseqüentemente mais elevado.

Ainda segundo Jorge et al. (2002), as raízes de mandioca apresentam teores que variam entre 20 e 45% de amido e 5% de açúcares redutores. Zeoula et al. (1999) relataram que os teores de amido na matéria seca da raiz da mandioca variam de 76,20 a 91,39%.

2.6. Características fotossintéticas

Após o seu estabelecimento inicial, a mandioca pode sobreviver a longos períodos de estiagem, adotando um mecanismo eficiente para a redução da área foliar e, desta forma, restringindo as perdas de água por transpiração. Ao contrário das plantas graníferas, a mandioca não possui um período crítico, durante o seu desenvolvimento, quando os efeitos do estresse hídrico são mais severos. Após a fase inicial de estabelecimento, a planta continua a produzir novos ramos e folhas direcionando o excesso de carboidratos produzidos nas folhas para as raízes de reserva El – Sharkawy et al., (1989).

Morfologicamente, as folhas de mandioca possuem algumas características especiais relacionadas à alta produtividade e tolerância à seca e, conseqüentemente, à elevada fotossíntese. A superfície inferior do mesófilo possui epiderme com células papiliformes, enquanto que a superfície superior é lisa, com alguns estômatos e tricomas dispersos (Alves, 2006). Segundo Angelov et al. (1993), as células papilosas adicionam cerca de 15% na espessura da folha e aumentam, cerca de duas a três vezes, a rota de difusão do estômato para a atmosfera. As folhas de mandioca possuem células da bainha bem distintas, com células pequenas de parede fina, separadas espacialmente, abaixo das células paliçádicas, essas células podem ser utilizadas no transporte de fotoassimilados na folha (Alves, 2006).

El-Sharkawy e Cock (1987) apresentaram padrões diferenciados de liberação de CO₂ entre a superfície adaxial e abaxial de folhas anfiestomáticas de mandioca. Observou-se que em ar livre de CO₂ e na presença de luz, a superfície adaxial não liberou CO₂, ao passo que a liberação deste gás pela superfície abaxial foi da ordem de 60 a 100% da quantidade liberada no escuro. A não liberação de CO₂ pela superfície adaxial se deveu à reciclagem ou reflexão de CO₂ proveniente da respiração. Estudos desenvolvidos por Cock et al. (1987), expuseram

folhas de mandioca a $^{14}\text{CO}_2$, durante 5 ou 10 segundos, em plena luz e observaram que cerca de 40 a 60% de CO_2 foi recuperado sob a forma de ácidos C_4 . El-Sharkawy et al. (1989), ressaltam que, embora as folhas de plantas de mandioca apresentem os componentes bioquímicos do mecanismo C_4 , as mesmas são desprovidas da anatomia Kranz, típica das plantas C_4 , uma vez que as células que rodeiam as bainhas dos feixes vasculares das folhas da mandioca contém cloroplastos em abundância, mesmo não possuindo tais células paredes espessas.

A maioria dos autores tem colocado a mandioca como uma espécie representativa do grupo de plantas que apresentam fotossíntese do tipo C_3 . No entanto, alguns autores consideram como uma planta de metabolismo intermediário conforme dados obtidos de El-Sharkawy et al. (1989).

Por ser a taxa fotossintética um dos principais determinantes fisiológicos do rendimento de um cultivo, o aumento na eficiência fotossintética das variedades de mandioca existentes, conduz a um aumento no potencial produtivo (El-Sharkawy et al. 1989). Alguns trabalhos têm mostrado que os limites da taxa fotossintética, entre variedades de mandioca variam de 23 mg a 62 mg de $\text{CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ (El-Sharkawy & Cook, 1990; El-Sharkawy et al., 1992).

Para El-Sharkawy et al. (1989), o ponto de saturação da fotossíntese se deu com uma densidade de fluxo fotossintético ao redor de $1.500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, enquanto que o ponto de compensação luminosa ocorreu com $30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, valor este bastante baixo em função, principalmente de características anatômicas da folha, que podem levar a um baixo requerimento de luz para a indução da fotossíntese e para a compensação dos processos respiratórios. Estudando a resposta fotossintética de diferentes variedades de mandioca à temperatura El-Sharkawy et al. (1984), concluíram não haver diferenças significativas entre variedades de diferentes procedências, submetidas à mesma temperatura, sendo que as máximas taxas fotossintéticas foram observadas com a temperatura variando de 25 a 35 °C.

Portanto, a mandioca é cultura bem adaptada às condições tropicais, necessitando de altas temperaturas e radiação solar para um ótimo desenvolvimento foliar e para expressar seu potencial fotossintético. Tanto o rendimento das raízes de reserva, como a biomassa total apresentam correlação positiva com a taxa fotossintética (Ramanujam, 1990; El-Sharkawy & Cock, 1990).

2.7. Influência dos fatores climáticos na produção de mandioca

Devido à grande diversidade ecológica, a mandioca é submetida a ampla variação de temperatura, fotoperíodo, radiação solar e estresse hídrico.

2.7.1. Temperatura

Com a diminuição da temperatura, a superfície foliar da planta torna-se menor em decorrência de uma menor produção de folhas para cada broto e a própria diminuição do seu tamanho, ainda que a folha permaneça mais tempo presa à planta, apresentando maior longevidade foliar. Temperatura muito alta pode diminuir a fotossíntese por provocar temporariamente um déficit hídrico nas folhas e paralisar este processo, como ocorre nos picos de elevada temperatura próximo ao meio dia. Por outro lado, a mandioca não cresce com temperaturas inferiores a 15 °C (Ternes, 2002).

Alves (2006) afirma que existe uma interação genótipo versus temperatura para desempenho da planta quanto ao rendimento. Avaliando a influência de diferentes temperaturas sob quatro variedades de mandioca, Irikura et al. (1979) verificaram que maiores rendimentos foram obtidos em diferentes temperaturas de acordo com a variedade, indicando que o efeito da seleção natural é altamente significativo na adaptação varietal. No entanto Peixoto (1999) afirma que a principal consequência da ação da temperatura sobre as folhas é a diminuição no índice de área foliar (IAF), que reduz a taxa de crescimento da cultura.

Estudando a influência da temperatura sobre a atividade fotossintética, El-Sharkawy et al. (1992), observaram que, independentemente do variedade, a taxa máxima de fotossíntese foi alcançada quando a temperatura oscilou entre 25°C e 35°C, e que extremo superior de 50°C foi mais prejudicial do que o extremo inferior de 15°C. Irikura et al. (1979), estudando o comportamento de variedades de mandioca submetidos a diferentes temperaturas 20, 24 e 28°C, verificaram que a taxa de formação de folhas foi maior quando a temperatura foi elevada para 28°C, e o tamanho da folha foi menor na temperatura de 20°C. Estes autores identificaram ainda que a maior persistência da folha a baixas temperaturas deve-se provavelmente à diminuição das suas atividades fisiológicas.

Segundo Cock & Rosas (1975), o principal efeito da temperatura é sobre a produção biológica, considerando que a partição de matéria seca não altera muito quando a mandioca é cultivada sob diferentes temperaturas. Para Alves (2006) a alta sensibilidade da fotossíntese à

temperatura indica a necessidade de selecionarem-se genótipos mais tolerantes às baixas temperaturas, para serem usados nas terras altas dos trópicos e subtropicais.

2.7.2. Fotoperíodo

O período de luz durante o dia afeta vários processos fisiológicos das plantas. Segundo Peixoto (1999) estes processos são o florescimento, a tuberização e a distribuição de fotoassimilados. As diferenças de fotoperíodo na região tropical são pequenas, variando entre 10 e 12 horas durante todo o ano. Desse modo, o fotoperíodo pode não ser limitante na produção de raízes de mandioca nessa região. Por outro lado, as restrições com relação à distribuição de mandioca fora da zona tropical podem ser devido aos efeitos da variação do fotoperíodo sobre a fisiologia da planta (Alves, 2006).

Estudos conduzidos por Ternes (2002) comprovaram que a mandioca é planta de dias curtos, havendo maior produção em um regime de 10 a 12 horas de luz e mostrou grande queda de produção quando passava de 12 a 14 horas de luz por dia, com prováveis diferenças varietais com relação ao fotoperíodo crítico.

Segundo Peixoto (1999), os dias longos promovem um maior crescimento da parte aérea e reduz o desenvolvimento das raízes tuberosas. Os dias curtos promovem o crescimento das raízes de reserva e reduz o desenvolvimento dos ramos, sem influenciar a massa seca total da planta.

Para Carvalho & Ezeta (1983), existem diferenças varietais quanto à sensibilidade aos dias longos. Veltkamp (1985), trabalhando com três variedades de mandioca a dois diferentes fotoperíodos (12 e 16 horas), verificou diferentes taxas de decréscimo no rendimento de raízes de reserva, sob dias longos, entre as variedades estudadas.

Sabendo-se que a fotoperíodo afeta, primariamente, a parte aérea, e que uma resposta secundária ocorre nas raízes (Keating & Evenson, 1982) e que o crescimento dos ramos tem preferência sobre as raízes (Cock et al. 1979; Tan & Cock, 1979), fotoperíodos longos podem aumentar a necessidade de crescimento da parte aérea e assim, reduzir o excesso de carboidratos disponíveis para o crescimento das raízes (Veltkamp, 1985).

A radiação solar influencia o crescimento da mandioca, aumentando com a elevação desse fator. Estudos comprovaram que as plantas quando submetidas a 50% de sombra durante 5 a 10 meses após o plantio, somente 40% da matéria seca total foi encontrada nas raízes, enquanto que 58% desse total era encontrado nas raízes da testemunha não sombreada.

A parte aérea da mandioca sob, o sombreamento é aumentada e as folhas tendem a tornar-se adaptadas às condições de baixa luminosidade, aumentando a área foliar por unidade de peso (Ramanujam et al., 1984; Okoli & Wilson, 1986). Em condições ideais de crescimento, as folhas de mandioca têm uma vida de até 125 dias (Splittstoescer & Tunya, 1992). Níveis de até 75% de sombra exercem muito pouco efeito sobre a vida da folha; mas sob 95% a 100% de sombra as folhas caem dentro de dez dias (Cock et al., 1979).

Estudos sobre a influência da luz nas características fotossintéticas da planta de mandioca foram realizados, sob condições controladas de laboratório (El-Sharkawy & Cock, 1987) e no campo (Cock et al, 1985). Em folhas jovens, a saturação de fotossíntese aparente deu-se com uma densidade de fluxo fotossintético ao redor de $1500 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. O ponto de compensação de luz foi bastante baixo ($30 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), provavelmente devido às características anatômicas das folhas, as quais são normalmente delgadas (90-140 mm), com mesófilo formado por uma camada úmida e longa de pequenas células paliçádicas (diâmetro entre 4 e 8 mm), ocupando mais de 60% do volume foliar (El-Sharkawy et al, 1984). Por outro lado, o tecido esponjoso é mais delgado e apresenta duas camadas de células (diâmetro entre 10 e 20 mm). Tais características podem levar a um baixo requerimento de luz para a indução da fotossíntese e para a compensação dos processos respiratórios.

Em trabalho realizado por Aresta & Fukai (1984), foi observado que com apenas 22% de sombra, a taxa de alongamento das raízes fibrosas foi reduzida em 53% e a de crescimento das raízes de reserva em 36%, sem alterar a taxa de crescimento da parte aérea, que foi significativamente diminuída em 32% somente sob 68% de sombra. Alves (2006) informa ainda que sob condições de limitação de fotossíntese, causada pela baixa radiação solar, grande parte dos assimilados são utilizados para o crescimento das raízes de reserva, mostrando que os ramos são drenos mais fortes que as raízes.

2.7.3. Estresse hídrico

A planta da mandioca necessita de um suprimento adequado de água na primeira fase, que vai do início da brotação ao estabelecimento da cultura, durante os primeiros 30 dias. Depois desta fase, a planta suporta mais que qualquer cereal a falta de água. Existem autores que atribuem esta resistência às dimensões do poro estomático (ostíolo) que são menores em mandioca que nas plantas de milho, sorgo, tomate e abacaxi, o que pode explicar a sua tolerância à seca (Ternes, 2002).

Para Bray (1994), as plantas respondem ao déficit hídrico tanto no meio morfológico, fisiológico, celular e metabólico e, essas respostas dependem da duração e severidade do estresse, do genótipo, do estágio de desenvolvimento e do tipo de célula ou órgão em questão. Segundo Alves (2006) os vários meios de percepção da planta ao déficit hídrico são o controle da abertura estomática, crescimento foliar, acumulação de ácido abscísico e o ajustamento estomático.

O estresse hídrico geralmente afeta quer a condutância estomática, quer a atividade fotossintética na folha. No início do estabelecimento da seca, a eficiência fotossintética do uso da água - WUE (Water Use Efficiency - CO₂ absorvido na fotossíntese por vapor de água perdido na transpiração) pode aumentar porque o fechamento parcial dos estômatos vai afetar mais a transpiração que a absorção do CO₂. No entanto, à medida que o estresse torna-se mais severo a WUE vai diminuindo e a inibição do metabolismo da folha vai sendo mais reduzido (Taiz & Zeiger, 2002).

Embora a mandioca seja considerada uma espécie tolerante à seca, o crescimento e o rendimento são reduzidos por prolongados períodos de seca. A redução no rendimento de raízes depende da duração do déficit hídrico e é determinada pela sensibilidade de um particular estágio de crescimento ao estresse. O período crítico para o déficit hídrico em mandioca é de 1 a 5 meses após o plantio, período que corresponde aos estádios de iniciação e tuberização das raízes (Alves, 2006). Um déficit hídrico de pelo menos, dois meses neste período pode reduzir o rendimento de raízes de 32% a 60% (Oliveira et al., 1982; Porto et al., 1989).

2.7.4. Partição de assimilados

O transporte floêmico, está dependente da fotossíntese e também da utilização dos fotoassimilados nas zonas de consumo ou armazenamento. O estresse hídrico diminui a fotossíntese e o consumo de fotoassimilados nas folhas. Como a translocação está dependente da turgidez poder-se-ia pensar que assim que o potencial hídrico diminuisse no floema devido ao estresse, o movimento de fotoassimilados ficaria também diminuído. No entanto, há dados apontando para que a translocação só é afetada muito mais tarde, quando outros processos, como a fotossíntese, já foram muito afetados.

A distribuição de matéria seca é um parametro que permite discutir um processo pouco estudado, que é a translocação orgânica e em muitos casos facilita a compreensão da resposta das plantas em termos de produtividade (Benincasa, 2003).

O particionamento na cultura da mandioca deve ser feito de forma a garantir o crescimento e a manutenção das folhas existentes, bem como a produção de novas folhas e ao mesmo tempo direcionar parte desses fotoassimilados para o crescimento das raízes que são os órgãos de interesse econômico. Isso é importante porque, diferentemente do que ocorre com os cereais que apresentam duas fases bem distintas entre o crescimento foliar e o crescimento do órgão de interesse econômico, a mandioca desenvolve, simultaneamente, a área foliar e o crescimento das raízes. O fato de ocorrer esse crescimento simultâneo pode sugerir a ocorrência de uma competição acirrada entre a parte aérea e as raízes. No entanto, na fase inicial do crescimento, as folhas tem uma clara prioridade em relação ao particionamento de assimilados, enquanto na fase inicial do ciclo ocorre o inverso (Porto, 1986).

Peixoto (1999) informa que a mandioca distribui os carboidratos oriundos do processo fotossintético de maneira a garantir um bom desenvolvimento da fonte captora de energia solar, além de dirigir parte dos produtos elaborados para as suas raízes de reserva, as quais, junto com o caule e com folhas em formação, constituem os drenos que demandam fotoassimilados.

A matéria seca produzida pela mandioca é translocada, principalmente, para as hastes e raízes tuberosas, enquanto a proporção de matéria seca destinada às folhas diminui com o tempo. Ramanujam & Biradar (1987), constataram que durante os três primeiros meses do crescimento, a acumulação de matéria seca foi maior nas folhas, se comparadas com hastes e raízes tuberosas. Após este período a matéria seca foi acumulando-se mais nas raízes do que nas demais partes da planta, e o peso de folhas caídas e senescentes tornou-se crescente.

Durante o ciclo de crescimento da mandioca, a distribuição da matéria seca para as diversas partes da planta é constante, existindo uma alta correlação linear positiva entre o peso seco total da planta e o peso seco da parte aérea e da raiz de reserva.

O balanço ideal entre a atividade fonte e dreno é essencial para a planta alcançar sua máxima produtividade. A relação fonte-dreno em mandioca tem sido estudada por alterações nos tamanhos da fonte e do dreno, mediante remoção de ápices, de raízes de reserva no início do enchimento, anelamento e enxertia. Foi demonstrado que a taxa de assimilação líquida e a taxa de crescimento das raízes tuberosas foram significativamente reduzidas quando o tamanho da fonte aumentou, variando-se o IAF de 3,0 para 6,0 (Peixoto, 1999).

Em trabalho desenvolvido por Hunt et al. (1977), Peixoto (1999), nos primeiros três meses, grande parte da matéria seca está distribuída nas folhas e nos ramos. A partir dos 6 meses, aumenta consideravelmente a proporção de matéria seca destinada às raízes, até os 9 meses, quando se estabiliza. A partir desse período, pouca matéria seca é encontrada nas

folhas, enquanto pouco mais da metade da matéria seca total está contida nos ramos. Por esses resultados é possível observar que os ramos se apresentam como um dreno bastante eficiente e competem com as raízes na distribuição de fotoassimilados.

Em trabalho desenvolvido por CIAT (1979), visando verificar a importância de cada órgão no particionamento de assimilados tem sido feitos por alterar a produção de carboidratos e também o número de raízes. Em um desses trabalhos foi investigado a produção de carboidratos em condições de baixa luminosidade. Foi observado que o efeito do sombreamento não alterou significativamente a massa seca da parte aérea, mas reduziu a massa seca das raízes em 35%. Essas informações evidenciam que o crescimento das folhas e ramos predominam sobre o crescimento das raízes, ou seja, as raízes acumulam apenas o excesso da matéria seca produzida e isso só ocorre depois da planta satisfazer as necessidades de crescimento da parte aérea.

Outra pesquisa realizada por CIAT (1979), visando verificar o efeito do número de raízes sobre a produção de matéria seca, observou-se que leve redução de 12 para 9 raízes, praticamente não alterou a produção de matéria seca total e de raízes, porque as raízes que permaneceram tiveram a capacidade de aceitar os fotoassimilados que seriam destinados às outras raízes. No entanto, reduções acentuadas alteraram a massa de raízes e a massa seca total das plantas, sem que a massa seca da parte aérea tivesse sido alterada em função da variação do número de raízes. Portanto, o número de raízes apresenta pouco ou nenhum efeito sobre a produção de massa seca das folhas (Cruz & Pelacani, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, solo e clima

O estudo foi conduzido em condições de campo, na Estação Experimental da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba (EMEPA-PB), localizada no município de Alagoinha-PB, microrregião de Guarabira, no período de maio de 2007 a maio de 2008. A área experimental localiza-se entre as coordenadas: Latitude Sul 6°54'11" e Longitude 32°27'57" a Oeste de Greenwich, com uma altitude em torno de 140 m.

O solo da área experimental foi classificado por Brasil (1972), como TERRA ROXA estruturada e enquadrando-se na nova classificação proposta pela EMBRAPA (2006) como NITOSSOLO VERMELHO. Foi realizada uma caracterização química e física do solo, no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, pertencente ao Departamento de Solos e Engenharia Rural, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (Tabelas 1 e 2) e foram aplicadas 11 t de esterco bovino por hectare, cuja caracterização química encontra-se na Tabela 3, sendo as análises feitas de acordo com metodologias organizadas por EMBRAPA (1997).

O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo As', caracterizado como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno, com precipitação pluvial média anual de 1.100 mm, porém com predominância de totais anuais menores que a média, com maior precipitação nos meses de julho a agosto e umidade relativa do ar em torno de 80% (Brasil, 1972), apresenta temperatura média anual é de 24°C. O relevo da área experimental é ondulado, com uma declividade média de 9 %.

3.2. Área experimental e delineamento do ensaio

A área experimental foi composta por quatro blocos completos casualizados. Cada bloco com 50 m de comprimento por 10 m de largura, resultando em blocos de 500 m², totalizando uma área experimental de 2.000 m² (Figura apêndice 1 e 2). Em cada bloco foram utilizadas duas variedades de mandioca com unidades experimentais (parcelas) com as dimensões de 5 m de comprimento por 5 m de largura, totalizando 25 m² de área (Figura apêndice 3).

Tabela 1. Caracterização química da área experimental

Profundidade	pH ¹	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	C	M.O.
Cm	1:2,5	----- mg/dm ³ -----			----- cmol/dm ³ -----				cmol/dm ³	----- g/kg -----	
0-10	5,87	3,67	164,31	0,37	5,02	2,97	2,10	0,00	2,86	9,22	15,90
10-20	5,87	3,18	155,16	0,35	4,94	3,30	1,68	0,00	3,25	9,27	15,98

¹ pH em água, relação 1:2,5.

Tabela 2. Caracterização física da área experimental

Profundidade	Areia total	Silte	Argila	Argila dispersa	Grau de flocculação	Densidade		Porosidade total	Classificação. Textural ¹
						Solo	Partículas		
Cm		----- g/kg -----			kg/dm ³	----- g/cm ³ -----		m ³ /m ³	
0-10	538	255	216	91	575	1,31	2,67	0,51	Franco argilo arenosa
10-20	540	246	215	86	596	1,34	2,69	0,50	Franco argilo arenosa

¹ Lemos & Santos (1998)

Tabela 3. Caracterização química do esterco bovino aplicado na área experimental

	pH ¹	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ²⁺	H ⁺ + Al ³⁺	C	M.O.
	1:2,5	----- mg/dm ³ -----			----- cmol/dm ³ -----				cmol/dm ³	----- g/kg -----	
	8,27	1112,38	261,12	0,58	13,00	5,45	7,55	0,00	---	107,26	184,92

¹ pH em água, relação 1:2,5.

Na área útil de cada unidade experimental, foram identificadas, três plantas, para acompanhamento da altura de plantas e diâmetro de colmo e de informações referentes ao número de folhas. Por ocasião da colheita, foram determinados fitomassa fresca e seca da parte aérea, com valores de cepas, hastes e folhas e fitomassa fresca e seca de raízes.

O ensaio obedeceu ao delineamento experimental de blocos ao acaso, no esquema fatorial $5 \times 2 \times 2$ (cinco épocas de cortes, duas variedades e duas condições – ausência e presença de adubação orgânica), totalizando 20 unidades experimental para cada bloco e 80 unidades experimental nos quatro blocos. Os cortes em número de cinco foram representados por: 1) mandioca submetida ao corte da parte aérea no mês de setembro; 2) mandioca submetida ao corte da parte aérea no mês de outubro; 3) mandioca submetida ao corte da parte aérea no mês de novembro; 4) mandioca submetida aos cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses e; 5) mandioca sem corte da parte aérea (testemunha), de duas variedades de mandioca (“branca” e “olho de urubu”) na ausência e presença de adubação orgânica, com esterco bovino (Tabela 4).

Tabela 4. Épocas de corte da parte aérea da mandioca

Épocas de corte	Épocas de cortes													
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	
	----- 2007 -----								----- 2008 -----					
1º – corte					■									■
2º – corte						■								■
3º – corte							■							■
4º – Sucessivo					■			■			■			■
5º – Testemunha														■

3.3. Preparo da área experimental

A área experimental foi preparada inicialmente com 01 (uma) aração e 02 (duas) gradagens, essa atividade se fez necessário porque o local onde foi instalado o experimento, era utilizado anteriormente como pastagem da EMEPA-PB, estação de Alagoinha, esta prática além de incorporar os restos culturais no solo, favorece a execução de todas as atividades agrônômicas necessárias para a implantação do experimento, sendo esta atividade realizada aos 16 dias antes do plantio nos dias 24 e 25/04/2007.

Logo em seguida, 01 (um) dia após o preparo do solo no dia 26/04/2007, a área experimental foi marcada, demarcando-se os blocos e parcelas, para a distribuição das unidades experimentais.

No período compreendido entre os dias 03/05 e 07/05/2009, ou seja, 09 dias após o preparo do solo, foi realizada uma adubação orgânica, com esterco bovino, cujas características químicas se encontram na Tabela 3. A distribuição do esterco foi realizada a lanço, nas parcelas adubadas, na proporção de 11,00 t/ha.

Em seguida foram confeccionados manualmente os leirões (camalhões) de plantio, com enxada, na altura de 0,50 m e largura de base de 0,80 m, sendo esta atividade realizada 12 dias após o preparo do solo, no período compreendido entre 07 e 10/05/2009.

O plantio em leirão foi adotado na pesquisa, pelo fato de permitir uma maior densidade de plantio, bem como uma maior produtividade que de acordo com Sabourin et al.; (2000), o leirão favorece a incorporação da matéria orgânica, concentrando-a no centro do mesmo, permitindo o melhor aproveitamento dos nutrientes e, possivelmente, aumentar a capacidade de retenção de água neste ambiente, como também evitar ou diminuir os riscos de encharcamento da área nos períodos chuvosos mais pronunciados, evitando o apodrecimento das raízes tuberosas de mandioca, além de diminuir a competição por nutriente, água e luz, exercida pelas ervas espontâneas e reduzir a mão-de-obra com as capinas, bem como facilitar o arranquio das raízes tuberosas. O plantio realizado 16 dias após o preparo do solo no dia 11/05/2007, As manivas foram plantadas no espaçamento de 1,00 m entre leirões e 0,05 m entre plantas, sendo as mesmas plantadas na posição horizontal, a uma profundidade média de 0,07 m, que segundo Gabriel Filho et al., (2003), em trabalho realizado no município de Marechal Cândido Rondon-PR, encontraram menor esforço para arranquio de raízes tuberosas de mandioca, com as manivas plantadas a 0-0,05 e 0,05-0,10 m, quando comparadas as manivas plantadas a 0,15 m de profundidade, essa profundidade também é recomendada para plantio, onde, há toda a condição de aeração, e grande redução de perdas das manivas por falta de umidade do solo. Durante a condução do experimento, os tratos culturais representados pelas capinas, foram realizados quando necessários, realizado manualmente.

3.4. Características avaliadas

3.4.1. Descrição das variedades

As características botânicas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, estudadas são apresentadas na Tabela 5 e Figura apêndice 4 e 5.

Tabela 5. Descrição das características morfológicas das duas variedades de mandioca utilizadas no ensaio

Características	Mandioca “branca”	Mandioca “olho de urubu”
		Caule
Altura (m)	162,05	200,30
Diâmetro (mm)	29,45	27,99
Ramificação	Tricotômica	Tricotômica
Cor do caule	Branco	Marrom
		Folhas
Número de folhas	55,00	50,40
Número de lóbulos	Oito	Sete
Cor da folha	Verde claro	Verde escuro
Cor da brotação nova	Branco	Vermelho escuro
Cor do pecíolo	Branco	Vermelho escuro
Forma do lóbulo central	Oblonga lanceolada	Lanceolada
		Raízes
Número de raízes	8,17	8,71
Forma	Cilíndrica cônica	Cilíndrica cônica
Pendúculo	Presente	Presente
Cintas	Presente	Presente
Cor externa	Branca	Branca
Cor da película	Branca	Branca
Destaque da película	Difícil	Fácil
Cor da polpa	Branca	Branca
Cor da casca sem película	Branca	Branca
Tamanho (cm)	22,57	20,69
Diâmetro (mm)	29,45	27,99
Teor de ácido (HCN)	Alto	Alto
Raízes fibrosas	Presente	Presente

Fonte: Cavalcanti Filho, (1999).

3.5. Determinações

3.5.1. Parte aérea da planta

Altura da planta – valor médio, expresso em centímetros (cm), obtido mediante a medição de três plantas da área útil de cada unidade experimental, por meio de uma fita métrica, graduada em milímetros, a partir do nível do solo, até a extremidade terminal do broto de cada planta, sendo as leituras realizadas semanalmente, para acompanhar a evolução da cultura, bem como, por ocasião da colheita.

Diâmetro de caule – valor médio, expresso em milímetros (mm), obtido pela medição do diâmetro das hastes das três plantas da área útil de cada unidade experimental, por meio de um paquímetro metálico, a altura de 0,10 m do solo, realizada semanalmente e por ocasião da colheita.

Produção de folhas frescas – valor médio, expresso em t/ha, obtido mediante pesagem das folhas das plantas da área útil, por ocasião de cada época de corte da parte aérea e por ocasião da colheita da cultura.

Produção de hastes – valor médio, expresso em t/ha, obtido mediante a pesagem das hastes das plantas, a partir do corte realizado a 0,25 m da superfície do solo, colhidas na área útil de cada unidade experimental, realizada em cada época de corte e por ocasião da colheita.

Produção de cepa – valor médio, expresso em t/ha, obtido mediante pesagem da cepa proveniente das plantas da área útil de cada unidade experimental, por ocasião da colheita. Foi considerado como cepa, o segmento com 0,25 m de altura, a partir do solo, acrescidos do segmento abaixo do solo, separando-se as raízes tuberosas, sendo esta realizada no momento da colheita.

Produção de parte aérea – valor médio, expresso em t/ha, obtido mediante pesagem da parte aérea das plantas, a partir do corte realizado a 0,25 m da superfície do solo das plantas da área útil da unidade experimental, para cada época de corte e por ocasião da colheita.

Massa seca nas folhas – valor médio, expresso em t/ha, obtido por meio de secagem das folhas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante e pesagem em balança digital semi-analítica. A amostra de folhas frescas usadas para a análise foi determinada da massa fresca, a partir das três plantas selecionadas, para cada época de corte e por ocasião da colheita.

Massa seca nas hastes – valor médio, expresso em t/ha, obtido por meio de secagem a partir das hastes das plantas da área útil de cada unidade experimental. As hastes foram cortadas em segmentos de aproximadamente 0,10 m e submetidas à secagem, em estufa de circulação forçada a 65°C, até atingir peso constante. Posteriormente, determinou-se o teor de massa seca das mesmas, mediante pesagem em balança digital semi-analítica, realizada em cada época de corte e por ocasião da colheita.

3.5.2. Raízes tuberosas

Número de raízes tuberosas por planta – valor numérico médio obtido pela contagem do número de raízes tuberosas presentes nas plantas da área útil, sendo todas as análises realizadas com raízes por ocasião da colheita.

Diâmetro de raízes tuberosas – valor médio, expresso em centímetros, obtido pela medição aleatória das raízes das plantas usadas para as medidas morfológicas por ocasião da colheita, através do uso do paquímetro.

Produção de raízes tuberosas – valor médio, expresso em t/ha, obtido mediante pesagem das raízes tuberosas frescas das plantas da área útil das unidades experimentais, por ocasião da colheita.

Índice de colheita – valor médio, expresso em percentagem (%), obtido por meio da relação entre a produção de raízes tuberosas frescas e a massa fresca total da planta (raízes + parte aérea), colhidas na área útil de cada unidade experimental.

$$IC_{\text{raízes}} = \frac{\text{Produção de raízes tuberosas}}{\text{Produção de raízes tuberosas} + \text{de cepas} + \text{de hastes e de folhas}} \times 100$$

onde:

$$IC_{\text{raízes}} = \text{índice de colheita}$$

3.5.3. Características das raízes tuberosas

Massa seca das raízes

Valor médio, obtido a partir de amostra de raízes tuberosas de mandioca, provenientes das três plantas usadas para as leituras de cada unidade experimental. As raízes foram cortadas em pequenos segmentos e submetidos à secagem, em estufa de circulação forçada de ar à 65°C, até peso constante.

Produção de massa seca de raízes tuberosas (PRMS)

Valor médio, expresso em t/ha, obtido por meio da seguinte relação:

$$\text{PRMS} = \frac{\text{PRODR} \times \text{MSR}}{1000}$$

onde:

PRODR = Produção de raízes tuberosas (t/ha);

MSR = Teor de massa seca nas raízes tuberosas (g/g).

3.6. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância convencional de acordo com o modelo estatístico.

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{Blocos}_1 + V_i + e(a)_{ij} + A_j + E_k + VA_{ij} + VE_{ij} + VAE_{ijk} + e(b)_{ijkl}$$

Y_{ijkl} = valor observado de cada característica;

μ = média geral da população;

Blocos_1 = efeito do bloco₁ (1 = 4 blocos);

V_i = efeito da variedade i ($i = 4$ blocos);

$e(a)_{ij}$ = erro tipo (a)

A_j = efeito da adubação orgânica j ($j = 1,2$);

E_k = efeito da época de corte k ($k = 1,2,3,4,5$);

VA_{ij} = efeitos da interação de variedade e adubação orgânica;

VE_{ij} = efeitos da interação de variedade e época de corte;

VAE_{ijk} = efeitos da interação tripla, variedades/adubação orgânica/épocas de corte;

$e(b)_{ijkl}$ = erro tipo (b)

As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, sendo utilizado o software The SAS versão 6.0, para realização das análises estatísticas.

3.7. Caracterização da precipitação pluvial

Durante o período de crescimento e de desenvolvimento das plantas de mandioca, do plantio até a época de colheita, foram registradas as condições climáticas prevalecentes no local do experimento, em relação à precipitação pluvial. O total da precipitação pluvial, durante o ciclo da cultura foi de 1.229,5 mm, sendo o montante de 604,9 mm durante a fase vegetativa (Figura 1). Segundo Conceição (1981) e Lorenzi & Dias (1993), o volume considerado como o ideal para a cultura da mandioca é de 1.000 a 1.500 mm bem distribuídos, especialmente nos seis primeiros meses após o plantio, fato não observado para as condições em que o ensaio foi conduzido, onde o valor mensal de água precipitada para os meses de outubro, novembro e dezembro é considerado insuficiente para atender a necessidade hídrica da cultura da mandioca.

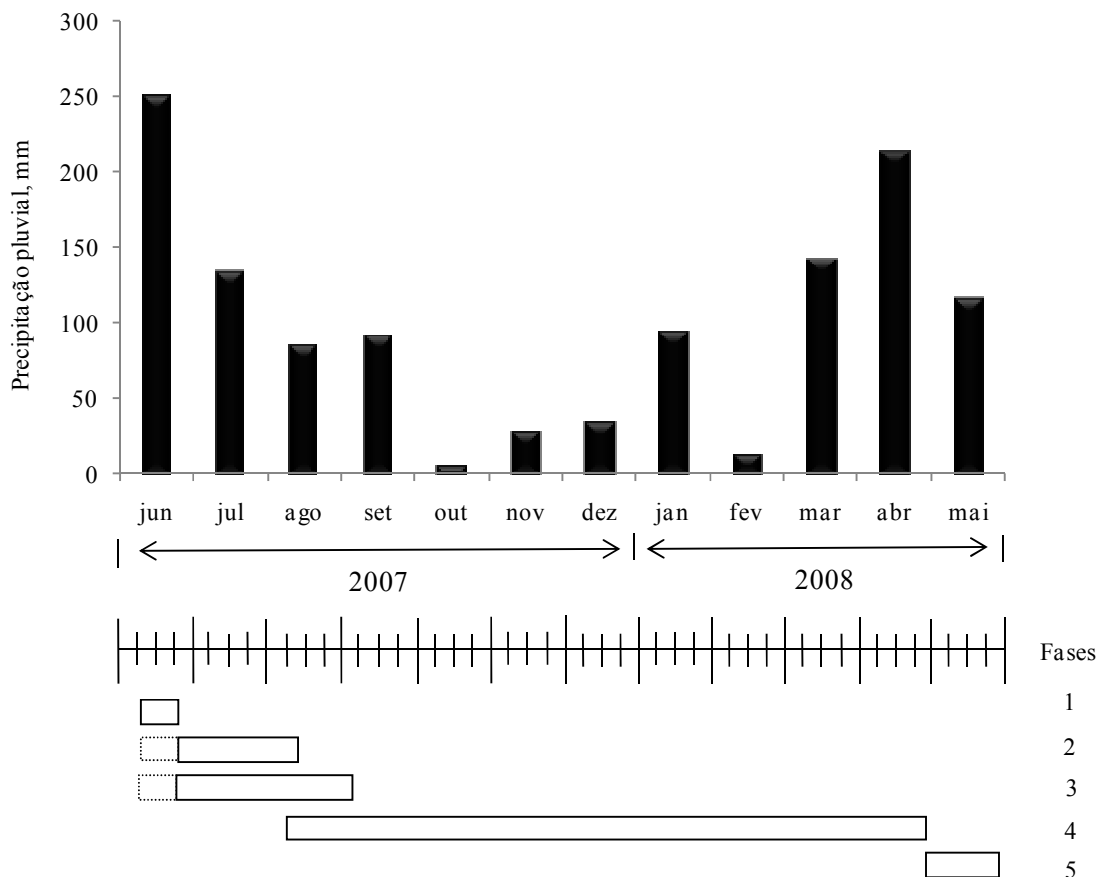


Figura 1. Distribuição da precipitação pluvial durante a condução do experimento e fases fenológicas da cultura da mandioca. 1. Brotação; 2. Crescimento das raízes; 3. Parte aérea; 4. Tuberização; 5. Repouso.

Fases fenológicas adaptado de Ternes (2002)

Analisando ainda a Figura 1, verifica-se que durante o ano de 2007, o primeiro trimestre do cultivo da cultura, foi o que apresentou maior precipitação pluvial, com 474,6 mm. O segundo trimestre ficou com o total de água precipitada de 130,3 mm. No ano de 2008, terceiro trimestre do cultivo da mandioca, a precipitação pluvial foi de 148,4 mm e no último período, aquele com maior volume de água precipitada, com precipitação pluvial de 486,6 mm. Dessa forma, os valores observados situam-se bastante próximos ao ideal, quando considerado o volume total de água precipitada. Entretanto, ao se considerar o volume precipitado por trimestre, verifica-se que os trimestres 2 (meses setembro a novembro) e 3 (meses de dezembro a fevereiro) os valores são baixos, insuficientes para o atendimento das necessidades hídricas da cultura da mandioca e, excessivos nos trimestres 1 e 4.

Segundo Alves (2006) o período crítico para o déficit hídrico em mandioca é de 1 a 5 meses após o plantio, período este que corresponde aos estádios de iniciação e tuberização das raízes, no entanto no período da condução do experimento não foi constatado um severo período de déficit hídrico. Neste mesmo sentido (Oliveira et al., 1982) afirmam que um déficit hídrico de pelo menos, dois meses neste período pode reduzir o rendimento de raízes de 32% a 60%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características morfológicas da parte aérea

A análise de variância para altura de plantas, diâmetro de caule e número de folhas das variedades de mandioca avaliadas, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea é apresentada na **Tabela 6**. Constata-se que para a altura de plantas houve diferença significativa ao nível de $P < 0,01$, para as diferentes épocas de corte. Em relação ao diâmetro de hastes, que houve diferença ao nível de ($P < 0,05$) para as variedades de mandioca e adubação orgânica, enquanto para o número de folhas as variedades de mandioca e as diferentes épocas de corte apresentaram diferença significativa ao nível de 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 6. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à altura de plantas, diâmetro de hastes e número de follhas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Altura	Diâmetro	Nº folhas
		----- cm -----	----- mm -----	-----
Bloco	3	4751,34 ^{ns}	11,161 ^{ns}	169,649 ^{ns}
Variedade (V)	1	16374,362 ^{ns}	120,099*	13147,936**
Resíduo (a)	3	1765,60697	6,89664	232,199275
Adução orgânica (A)	1	1791,062 ^{ns}	23,070*	14,238 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	61508,517**	6,758 ^{ns}	504,681*
V x A	1	2639,368 ^{ns}	5,101 ^{ns}	36,761 ^{ns}
V x C	4	1878,813 ^{ns}	6,128 ^{ns}	89,658 ^{ns}
A x C	4	406,437 ^{ns}	3,502 ^{ns}	67,244 ^{ns}
V x A x C	4	517,375 ^{ns}	1,960 ^{ns}	46,394 ^{ns}
Resíduo (b)	54	768,841684	5,386839	169,648538
C.V. da parcela (%)		16,77	8,79	21,25
C.V. da sub-parcela (%)		11,06	7,77	19,68

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

4.1.1. A altura das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”

Na tabela 7 são apresentados os dados de altura das plantas das variedades analisadas, observa-se não ter havido diferença de altura de plantas entre a mandioca “olho de urubu” e “branca”, bem como para a adubação orgânica, no entanto verifica-se diferença principalmente entre as épocas de corte da parte aérea com corte sucessivo da parte aérea, fato este explicado pelo intenso corte da arquitetura aérea das plantas, onde as épocas de cortes

submetidas a esse tipo de manejo, não tinha tempo suficiente para se igualar a altura das plantas das demais épocas de cortes.

Tabela 7. Altura média das plantas de mandioca das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”		Mandioca “olho de urubu”	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- cm -----			
1	220,92 a A α	247,33 a A α	264,42 b A α	281,50 ab A α
2	244,08 a A α	271,75 a A α	283,75 ab A α	253,08 b A α
3	239,08 a A α	253,42 a A α	269,42 b A α	279,89 ab A α
4	133,08 b A α	164,67 b A α	155,75 c A α	154,17 c A α
5	291,92 a A α	296,67 a A α	356,25 a A α	350,83 a A α
Média	225,82	246,77	265,92	263,89

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

A altura de plantas de mandioca, das variedades “branca” e “olho de urubu”, são apresentadas na Figura 2. Dos dados, verifica-se que as duas variedades, independente da época de corte da parte aérea, aumentaram em altura desde a época da primeira medição até a colheita da mandioca, para todos os tratamentos. Todavia, observa-se de maneira geral entre todas as épocas de corte em relação a época de corte testemunha (sem corte), Figura 2e, que a altura de plantas das variedades de mandioca “olho de urubu” e “branca”, tiveram crescimento uniforme, Figuras 2a, 2b, 2c e 2d.

De acordo ainda com a Figura 2, foi observado que diferentemente de qualquer época de corte, os efeitos do estresse hídrico são refletidos principalmente, entre os 145 e os 300 dias após plantio, com um pequeno crescimento em altura das plantas de mandioca. Entretanto, com o reinício da precipitação pluvial, 486,6 mm, há um crescimento acelerado em altura, sendo este efeito mais nítido para as diferentes épocas de corte.

Observa-se ainda, que a mandioca “branca” teve um crescimento médio por dia de 0,63 cm, enquanto que para a mandioca “olho de urubu”, esse crescimento médio foi de 0,74 cm por dia, para a época de corte da parte aérea realizado no mês de setembro. Para o corte da parte aérea realizado em outubro, a mandioca “branca” e “olho de urubu”, tiveram respectivamente, um crescimento médio de altura de 0,70 e 0,73 cm por dia. Na terceira época de corte, representada pelo mês de novembro os valores de crescimento para a mandioca “branca” e “olho de urubu”, foram de 0,67 e 0,66 cm por dia. Já para a época de corte da parte

aérea corte sucessivo da parte aérea realizado, ocorreu um crescimento médio de 0,36 e 0,66 cm, respectivamente para as variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”. Dos resultados, constatou-se que as plantas de mandioca submetidas ao corte sucessivo, tiveram um menor ganho em altura, devido aos intensos cortes da parte aérea, a cada três meses, nesses períodos, as raízes devido aos intensos cortes da parte aérea, ficaram com menos reservas de fotoassimilados (carboidratos) para formar uma nova arquitetura aérea, esse efeito é confirmado pelo número de folhas emitidas, quando comparado as demais épocas de cortes. Para a testemunha (sem corte da parte aérea) o crescimento das plantas foram de 0,80 e 0,96 cm/dia.

Provavelmente, as reservas das raízes tuberosas, foi o fator determinante para a recuperação da altura das plantas, submetidas ao corte, principalmente para as plantas submetidos aos cortes sucessivos da parte aérea. Segundo Fukuda & Otsubo (2003), em condições favoráveis de clima e solo as plantas de mandioca, apresentam um crescimento exuberante. Valle (1990), verificou que a altura da planta está geralmente correlacionada com a produção de raízes, mas em menor magnitude quando comparada com o peso da parte aérea, informações comprovadas por Chagas (2003). Vidigal Filho et al. (2000), informam que a variação dos valores observados para essa variável, sugerem a influência, tanto de fatores do ambiente como de componentes genotípicos, expressa nas variedades. Oliveira (2007), acrescenta que as variedades preferidas pelos agricultores são àquelas cuja arquitetura se expressa em maior altura, uma vez que favorece a realização de tratos culturais e colheita.

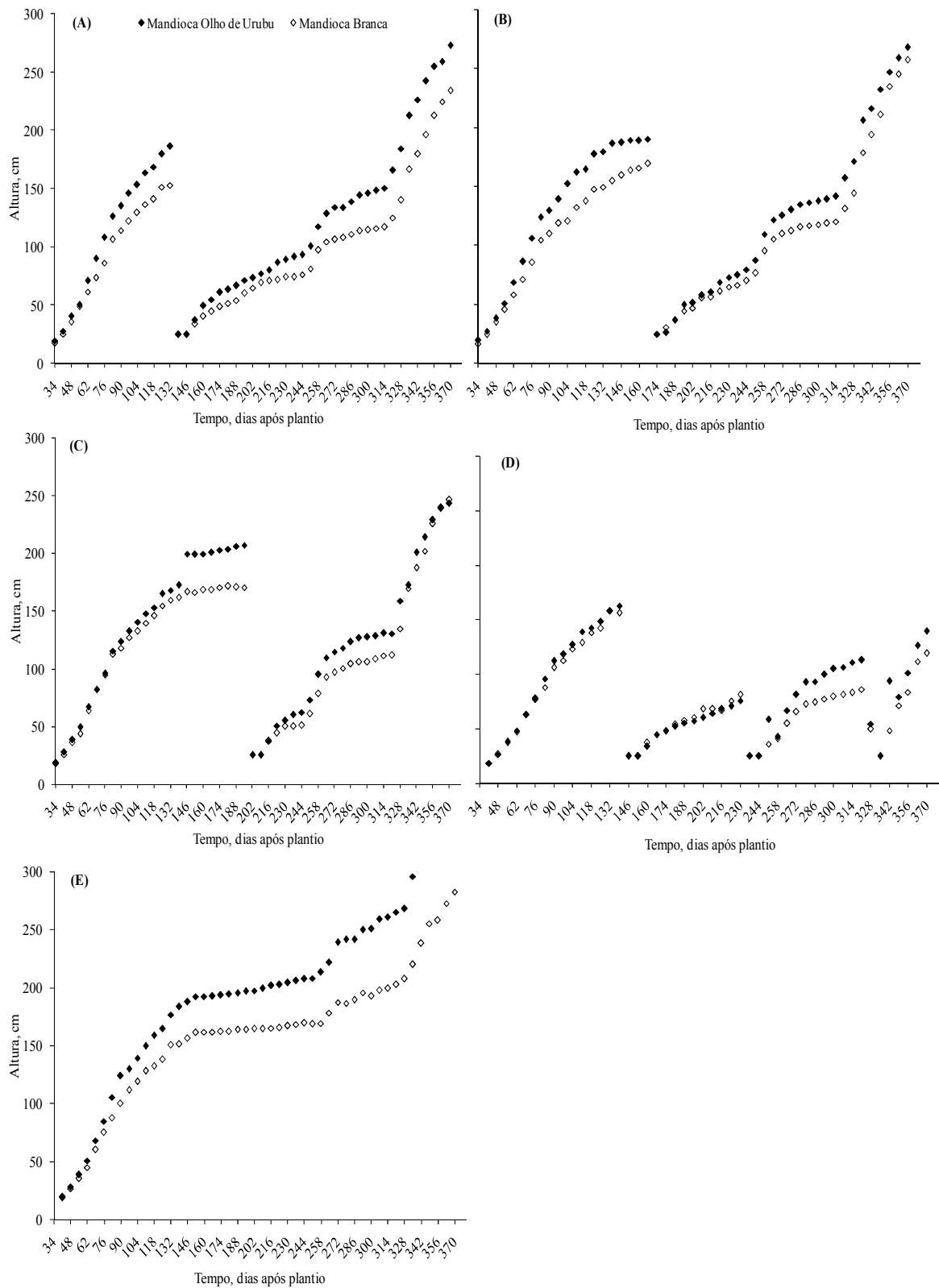


Figura 2. Altura média das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte da parte aérea: (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E)

4.1.2. Altura das plantas de mandioca “branca” adubada e não adubada

A altura de plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada com esterco bovino, por épocas de corte são apresentadas na Figura 3. Na Figura, verifica-se que a altura das plantas de mandioca “branca” adubada e não adubada, independentemente dos cortes da parte aérea, aumentaram com o tempo. Todavia, observa-se que os demais cortes da parte aérea, quando comparado com a testemunha (sem corte da parte aérea), Figura 3e, que a altura de plantas das variedades de mandioca “branca” adubada e não adubada cresceram de forma semelhante, com ligeira superioridade para o corte da parte aérea sob adubação (Figuras 3a, b, c e d). Constata-se ainda nestas Figuras, que as diferenças entre os cortes da parte aérea adubados e não adubados, não foram significativa.

Independentemente das épocas em que a parte aérea da mandioca foi submetida ao corte, os efeitos do estresse hídrico são registrados pelas plantas, no período representado por 160 até os 315 dias após plantio, onde o crescimento da parte aérea foi reduzido e, mais tarde, com o reinício da precipitação pluvial, houve um crescimento acelerado em altura, sendo este efeito mais nítido para as diferentes épocas de corte, com diferenças muito pequenas entre os tratamentos com e sem adubação.

Constata-se ainda, que a mandioca “branca” sob presença e ausência de adubação, apresentou uma taxa de crescimento diário médio de 0,67 cm, enquanto que para o tratamento corte da parte aérea no mês de setembro, com e sem adubação, essa taxa foi de 0,60 cm por dia. Para a época de corte da parte aérea realizado em outubro, adubada e não adubada, apresentaram respectivamente, uma taxa de crescimento diária média de 0,73 e 0,66 cm por dia. Na terceira época de corte, correspondente ao mês de novembro, a mandioca adubada e não adubada apresentou um crescimento de 0,68 e 0,65 cm por dia. Já para os cortes sucessivos da parte aérea nos meses de setembro, dezembro e março tiveram um crescimento médio de 0,45 e 0,27 cm, respectivamente, para as condições adubada e não adubada. Para a testemunha o crescimento das plantas foram de 0,80 e 0,79 cm/dia, respectivamente, com e sem adubação.

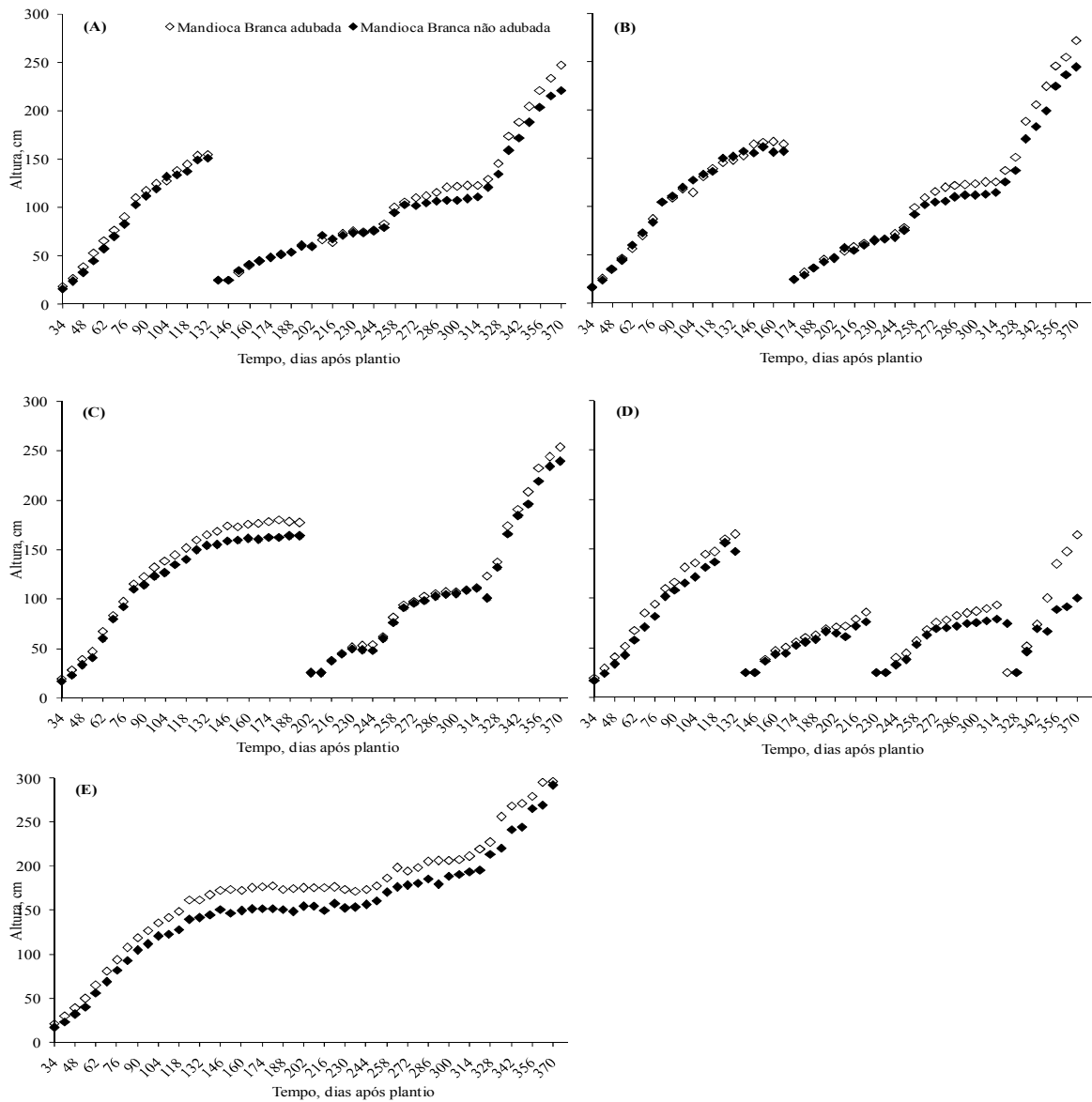


Figura 3. Altura média das plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E)

4.1.3. Altura das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada

A altura de plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada são apresentadas na Figura 4. Verifica-se que a altura das plantas de mandioca “olho de urubu”, na presença e ausência de adubação, independentemente da época de corte da parte aérea, tiveram seus valores aumentados, com o passar do tempo. Todavia, constatou-se que de maneira geral, todos as épocas de corte da parte aérea na presença e ausência de adubação, apresentaram crescimento normal, com ligeira diferença em crescimento em altura para as

plantas que receberam adubação (Figuras 4a, b, c, d e e), sendo essas diferenças não significativas.

Observa-se ainda, que todas as épocas de cortes mostraram os efeitos do estresse hídrico, entre os 160 dias e os 315 dias após plantio (Figura 4), caracterizado por um pequeno crescimento em altura das plantas de mandioca. Entretanto, com o início da precipitação pluvial, mais precisamente no ano de 2008, há um crescimento acelerado das plantas em altura, sendo este efeito mais nítido para as diferentes épocas de cortes da parte aérea, não se observando diferença entre os cortes da parte aérea adubadas e não adubadas.

A mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada tiveram um crescimento médio diário de 0,76 cm, enquanto que para a época de corte não adubada esse crescimento médio foi de 0,71 cm, para o corte da parte aérea realizado no mês de setembro. Para o corte da parte aérea realizado em outubro, adubada e não adubada, tiveram respectivamente, um crescimento médio diário de altura de 0,68 e 0,76 cm por dia. Para o de novembro, esses valores foram de 0,58 e 0,72 cm por dia, para adubado e não adubado. Já nos cortes sucessivos da parte aérea, a cada três meses, os valores foram de 0,41 e 0,42 cm, respectivamente, para a mandioca adubada e não adubada. Para o corte sucessivo, o crescimento médio diário foi de 0,94 e 0,96 cm, respectivamente.

De uma forma geral, observou-se um crescimento inicial rápido, com valores muito próximos entre os tratamentos e considerados satisfatórios, mesmo para aquelas plantas submetidas ao corte da parte aérea. O comportamento dos gráficos para essa característica demonstra uma alternância entre períodos de intensa atividade fisiológica e períodos de repouso da planta, os quais foram condicionados, sobretudo, pelas condições climáticas prevaescentes, ou seja, a altura de plantas estabilizou-se ligeiramente nos meses de seca mais pronunciados, conforme verificado na Figura 1.

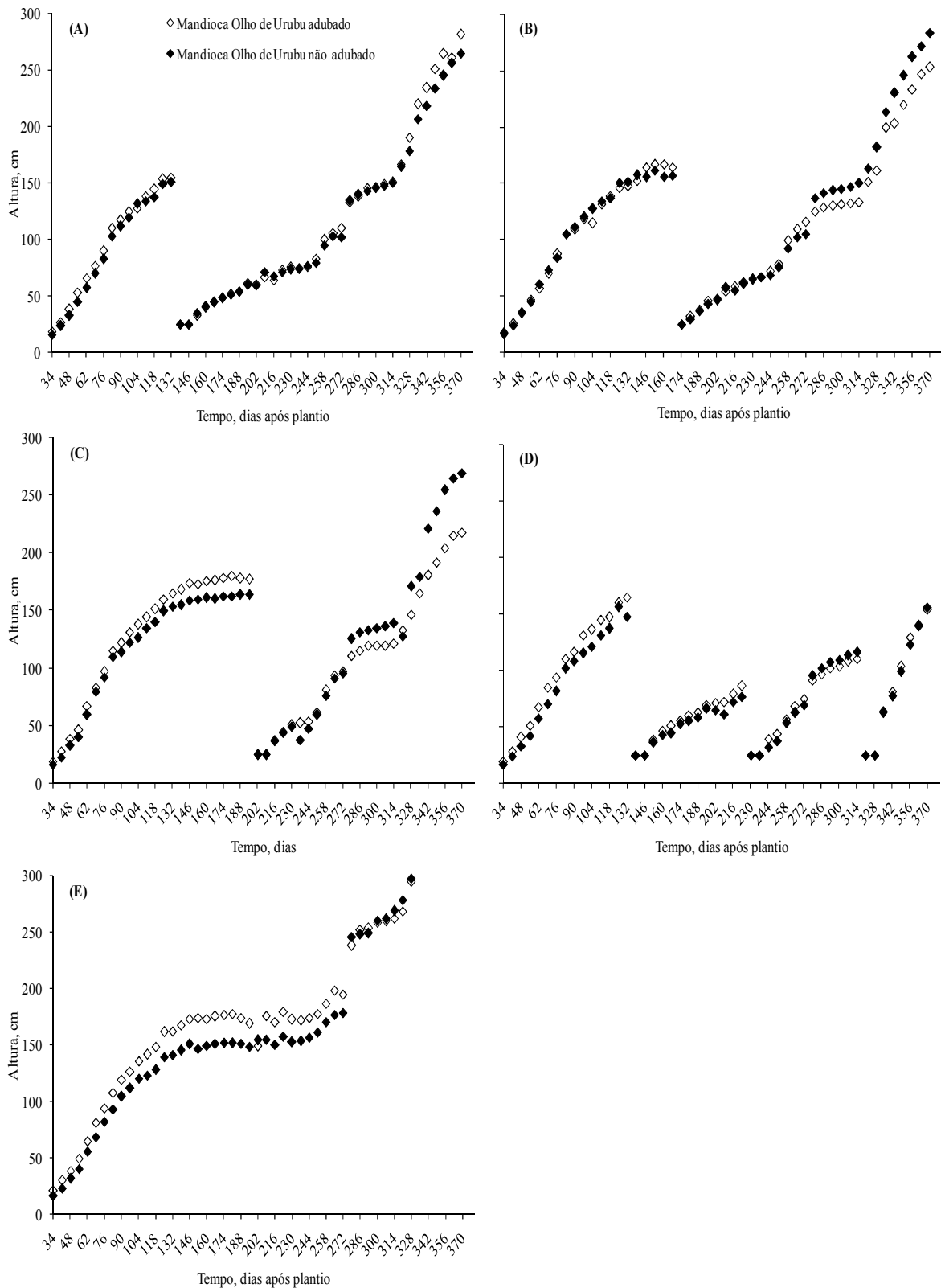


Figura 4. Altura média das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E)

4.2. Diâmetro das hastes

4.2.1. Diâmetro das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”

Na tabela 8 são apresentados os diâmetros das hastes das plantas das variedades analisadas verifica-se que não houve diferença de altura de plantas entre a mandioca “olho de urubu” e “branca”, bem como para a adubação orgânica e nem entre os diferentes tratamentos.

Tabela 8. Diâmetro médio das hastes das plantas de mandioca das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”		Mandioca “olho de urubu”	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- cm -----			
1	29,67 a A α	31,00 a A α	27,58 a A α	27,50 a A α
2	30,52 a A α	31,44 a A α	28,08 a A α	27,75 a A α
3	29,85 a A α	32,58 a A α	28,50 a A α	30,58 a A α
4	31,35 a A α	33,09 a A α	28,80 a A α	27,75 a A α
5	30,17 a A α	31,33 a A α	28,86 a A α	31,08 a A α
Média	30,32	31,88	28,36	28,93

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O diâmetro de plantas de mandioca para as variedades “branca” e “olho de urubu” são apresentadas na Figura 5. O diâmetro das plantas de mandioca para as variedades “olho de urubu” e “branca”, independentemente da época de corte da parte aérea, tiveram um aumento em diâmetro de acordo com o espaço de tempo em dias entre a época de plantio e a colheita da mandioca. Todavia, observa-se de maneira geral entre todas as épocas de corte em relação a testemunha, representada pelo não corte da parte aérea (Figura 5e), que o diâmetro de plantas das variedades de mandioca “olho de urubu” e “branca” cresceram de forma uniforme (Figuras 5a, b, c e d), sendo verificado diferença significativa entre as duas variedades de mandioca.

Verificou-se ainda, que ambas variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu” tiveram um crescimento diário médio de 0,08 mm, para todas as épocas de cortes com corte da parte aérea, bem como para a testemunha, sem corte.

Todavia, foi observado uma tendência contínua de aumento dos valores médios de diâmetro de caule, ao longo das épocas de corte. Leonel Neto (1983), sugere uma

possibilidade de que o maior diâmetro de caule, esteja relacionado ao menor número de raízes por planta, o que pode favorecer a concentração de carboidratos na haste, aumentando o diâmetro. No entanto, pesquisas realizadas por Tan & Cock (1979) e Pellet & El-Sharkawy (1994), mostra que a redução do número de raízes tuberosas por planta, pode ser compensada pelo aumento individual de peso das raízes, até um certo limite, em consequência do aumento do diâmetro de caule, como resultado do maior acúmulo de carboidratos. Para Conceição (1981), o diâmetro de caule pode ser considerado como um índice de produtividade, sendo este baseado na correlação positiva existente entre tal característica e a produção de raízes tuberosas.

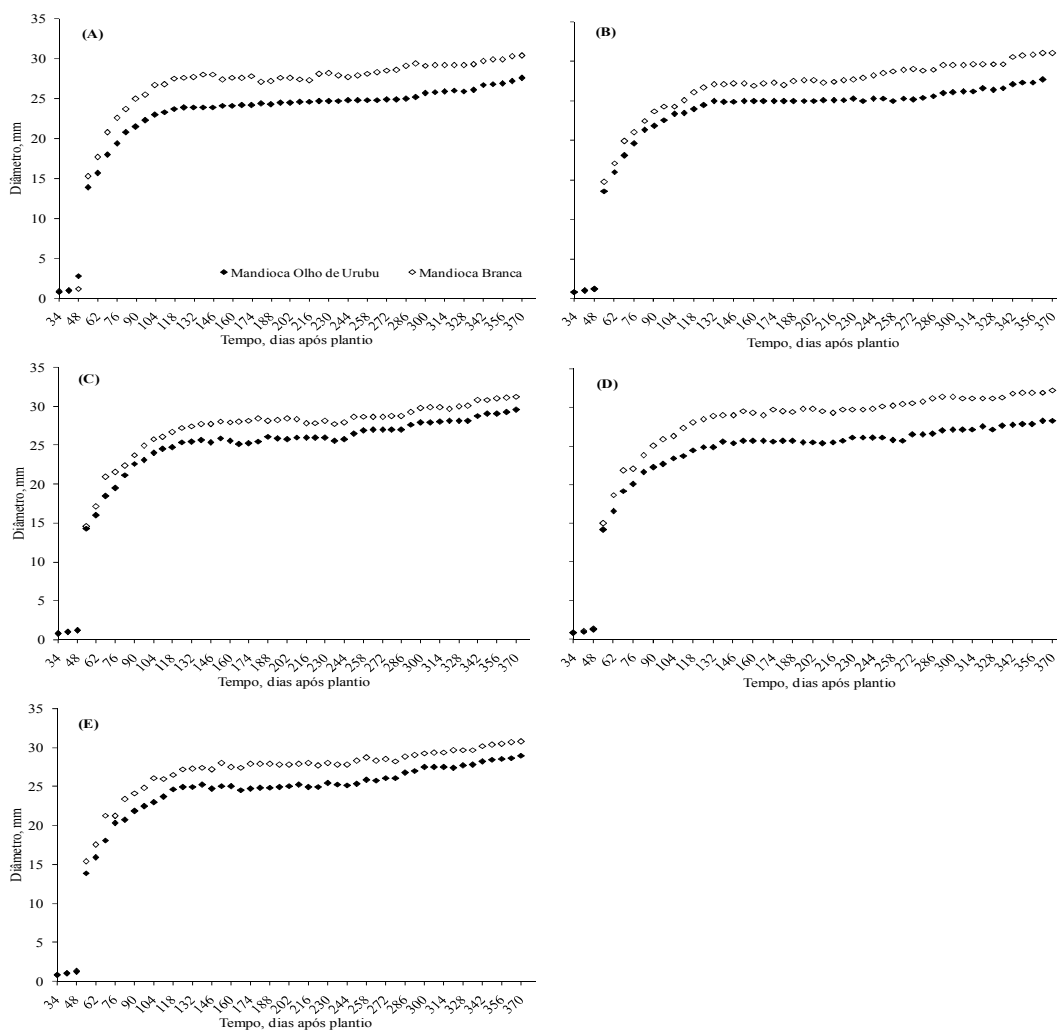


Figura 5. Diâmetro médio das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte da parte aérea. (A) corte da parte aérea em setembro, corte em outubro (B), corte em novembro (C), corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (D) e testemunha, sem corte (E)

4.2.2. Diâmetro das plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada

O diâmetro de plantas da mandioca “branca” adubada e não adubada, são apresentadas na Figura 6. Observa-se dos resultados, que o diâmetro da variedade de mandioca “branca” adubada e não adubada, independentemente da época de corte da parte aérea, teve um aumento de diâmetro de acordo com a idade. Porém, foi observado, de maneira geral, crescimento uniforme na presença e ausência de adubação, para as diferentes épocas de corte da parte aérea (Figuras 6a, b, c e d) em relação a testemunha (sem corte da parte aérea Figura 6e). Não foi verificado diferença significativa entre as épocas de corte da parte aérea adubado e não adubado para a variedade “branca”.

Verifica-se ainda, que as épocas de corte da parte aérea com mandioca “branca” adubada e não adubada tiveram um aumento médio no diâmetro das hastes por dia de 0,086 e 0,082 mm, respectivamente, para todas as épocas de corte, bem como para a testemunha (sem corte da parte aérea).

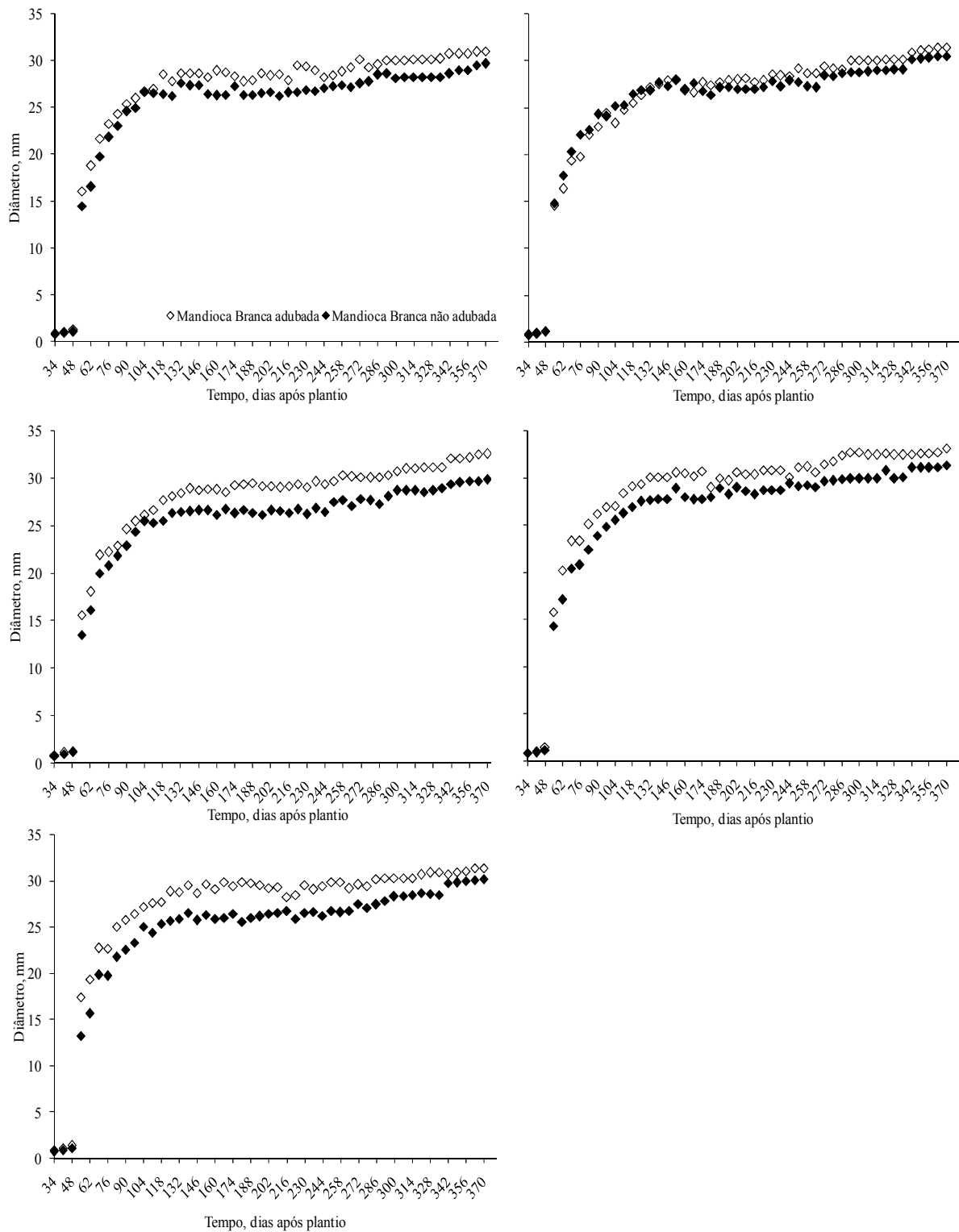


Figura 6. Diâmetro médio das hastes de mandioca “branca” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e sem corte da parte aérea (E)

4.2.3. Diâmetro das plantas da mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada

Os valores de diâmetro das plantas de mandioca, variedade “olho de urubu” na presença e ausência de adubação, são apresentados na Figura 7. Dos resultados, verifica-se que o diâmetro das plantas de mandioca “olho de urubu”, para os tratamentos com e sem adubação, independentemente da época de corte da parte aérea, teve um aumento de acordo com o aumento da idade. Observa-se de maneira geral que as plantas dos tratamentos estudados (Figuras 7a, b, c e d) em relação ao tratamento testemunha, aquele sem corte da parte aérea (Figura 7e), apresentaram crescimento normal, não sendo entretanto, verificado diferença significativa entre a variedade de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada.

Verifica-se ainda, que os tratamentos com mandioca “olho de urubu” adubado e não adubado tiveram um aumento médio no diâmetro das hastes por dia de 0,086 e 0,080 mm, para todos os tratamentos caracterizados por corte da parte aérea, bem como para o tratamento testemunha.

De uma forma geral, observou-se um crescimento inicial rápido, com valores muito próximos entre os tratamentos e considerados satisfatórios, mesmo para aquelas plantas submetidas ao corte da parte aérea. O comportamento dos gráficos para essa característica não demonstra uma alternância entre períodos de intensa atividade fisiológica e períodos de repouso da planta. Isso demonstra ser o diâmetro médio da planta um atributo não adequado para registro dos efeitos das mudanças das condições de cultivo a que a planta da mandioca é submetida.

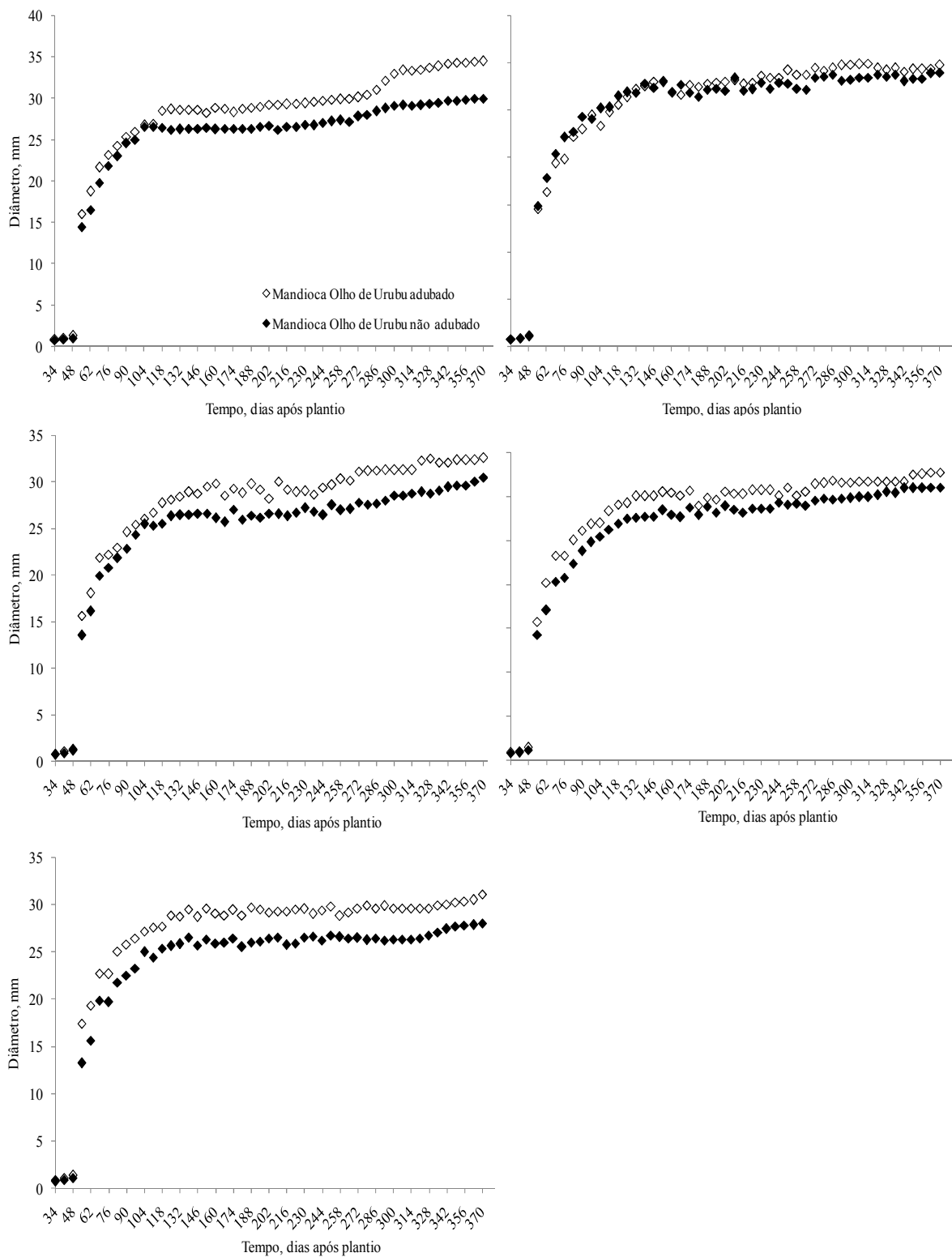


Figura 7. Diâmetro médio das hastes de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses (D) e sem corte da parte aérea (E)

4.3. Número de folhas

4.3.1. Número de folhas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”

Na tabela 8 são apresentados o número de folhas das plantas das variedades analisadas de forma geral observa-se que não houve diferença no número de folhas das variedades de mandiocas, constata-se que houve diferença no número de folhas no corte realizado no mês de setembro, sendo esta diferença para a mandioca “branca” adubada e a mandioca “olho de urubu” adubada.

Tabela 8. Número médio de folhas de mandioca das variedades de mandioca “Branca e Olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”		Mandioca “olho de urubu”	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- cm -----			
1	77,00 a A α	85,17 a A α	50,00 a A α	44,78 a A β
2	78,92 a A α	83,42 a A α	53,17 a A α	58,67 a A α
3	88,17 a A α	84,42 a A α	67,67 a A α	61,50 a A α
4	86,92 a A α	92,83 a A α	66,00 a A α	68,33 a A α
5	86,17 a A α	82,33 a A α	58,92 a A α	59,92 a A α
Média	83,44	85,63	59,15	58,64

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O número de folhas das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu” para as variedades de mandioca estudadas, é apresentado na Figura 8. Observa-se que o número de folhas das plantas de mandioca para as variedades “olho de urubu” e “branca”, independentemente da época de corte da parte aérea, tiveram um padrão uniforme de crescimento para esse atributo. Ainda na Figura 8, também é possível verificar que no período de estiagem, há um decréscimo do número de folhas, este fato pode ser explicado, pelo estresse hídrico, a que as plantas das variedades de mandioca passaram durante a condução do experimento e, como mecanismo de adaptação a seca, estas são privadas das suas folhas, que através da queda, reduzem as perdas de água pelo processo de evapotranspiração, além desta observação, constata-se também que as folhas de mandioca apresentaram um menor tamanho, atributo apenas observado e não medido.

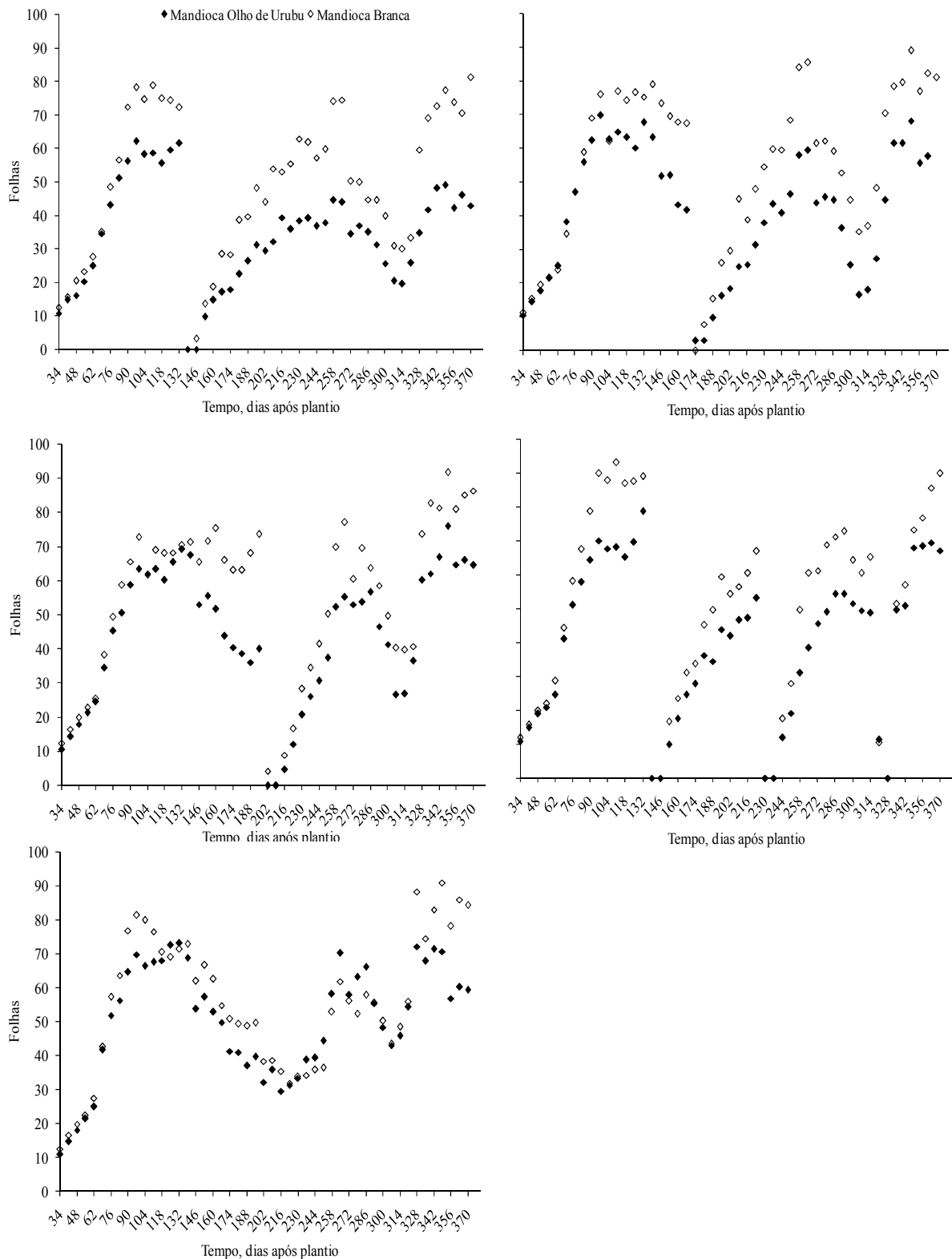


Figura 8. Número médio de folhas das plantas de mandioca “branca” e “olho de urubu”, para as diferentes épocas de corte. Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea, a cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E)

De acordo ainda com essas Figuras, diferentemente de qualquer época de corte, os efeitos do estresse hídrico são refletidos principalmente, após os 75 (setenta e cinco) dias, enquanto o ciclo vital das folhas são completados em média entre os 60 e 120 dias, após sua emissão. Sendo que com o reinício da precipitação pluvial, há um crescimento acelerado no número de folhas, efeito este mais nítido para o tratamento testemunha.

Verifica-se ainda, que a mandioca “branca” teve um aumento médio de folhas por dia de 0,22, enquanto que para a variedade “olho de urubu”, esse crescimento médio diário de folhas foi de 0,15 para os tratamentos com corte da parte aérea realizado nos meses de setembro, outubro, novembro e o tratamento testemunha. Para o tratamento representado por cortes sucessivos da parte aérea das plantas, a cada três meses, o número médio diário de novas folhas foi de 0,24 e 0,18, respectivamente, para as duas variedades avaliadas, devendo esse maior número de folhas aos estímulos proporcionados pelos constantes cortes da parte aérea.

Provavelmente, as reservas das raízes tuberosas, foi o fator determinante para a emissão das novas folhas, principalmente para os tratamentos em que as plantas de mandioca foram submetidas ao corte, principalmente para as plantas sob cortes sucessivos. Ressaltando mais uma vez, as informações de Fukuda & Otsubo (2003), em condições favoráveis de clima e solo as plantas de mandioca, apresentam um crescimento exuberante.

4.3.2. Número de folhas para a variedade mandioca “branca”

O número de folhas da mandioca “branca” é apresentado na Figura 9. Verifica-se que o número de folhas de mandioca para os cortes da parte aérea com mandioca “branca” adubada e não adubadas, independentemente da época de corte da parte aérea, apresentou comportamento idêntico e seguiu o ciclo normal da folhas de mandioca (Figura 9a, b, c, d e e), não sendo verificado diferença significativa entre as épocas de corte da parte aérea adubado e não adubado.

Verifica-se ainda, que a época de corte da parte com a mandioca “branca” adubada teve um aumento médio diário do número de folhas de 0,23, enquanto que o não adubado, esse crescimento diário foi em média 0,22, para as épocas de corte da parte aérea realizado nos meses de setembro, outubro, novembro e pela. Para o corte sucessivo da parte aérea a cada três meses, o número médio diário de novas folhas, foi de 0,25 e 0,23, respectivamente para as condições com e sem adubação. Esse maior valor para o número de folhas das

variedades de mandioca, deve-se aos constantes cortes da parte aérea, que por sua vez tem estimulado o surgimento de novas folhas.

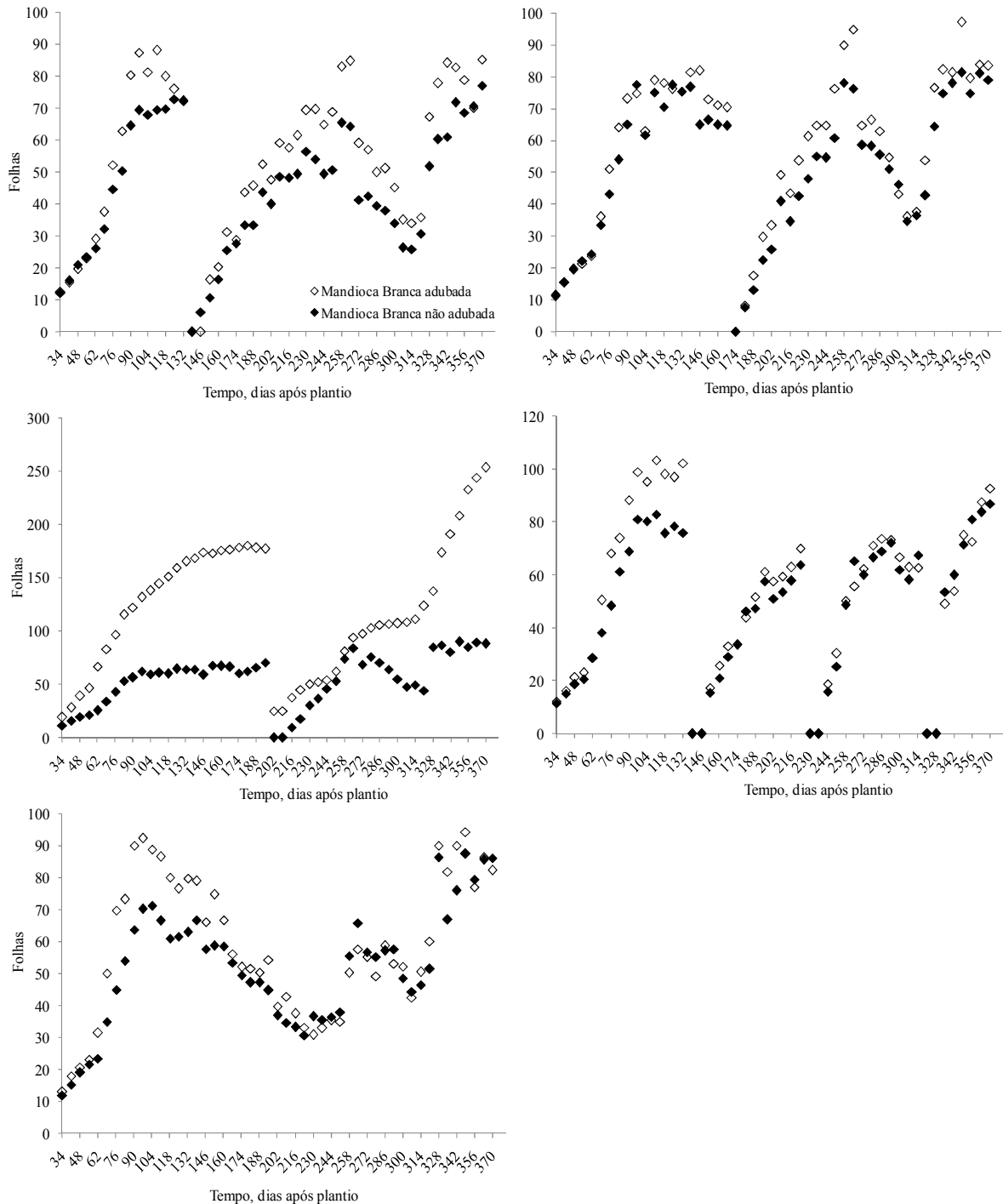


Figura 9. Número médio de folhas das plantas de mandioca “branca” para as diferentes épocas de corte: Corte da parte aérea da mandioca em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea à cada três meses (D) e testemunha, sem corte da parte aérea (E)

4.3.3. Número de folhas para a mandioca “olho de urubu”

O número de folhas das plantas de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada, e apresentado na Figura 10. Dessa Figura, observa-se que o número de folhas de mandioca para a variedade “olho de urubu”, na presença e ausência de adubação, independentemente da época de corte da parte aérea, tiveram um comportamento idêntico e seguindo o ciclo normal da folhas de mandioca (Figura 10a, b, c, d e e), não sendo verificado diferença significativa entre as épocas de cortes com mandioca “olho de urubu” quer adubada e não adubada.

Verifica-se ainda, que a época de corte da parte aérea com mandioca “olho de urubu” adubada teve um aumento médio diário de folhas de 0,14, enquanto que a época de corte que essa variedade de mandioca não adubada, teve um crescimento médio de 0,15 por dia, para o corte da parte aérea realizado nos meses de setembro, outubro, novembro e testemunha. Para a época de corte com cortes sucessivos da parte aérea da mandioca à cada três meses, verificou-se que o número médio diário de novas folhas foi de 0,18 e 0,17, respectivamente para às condições com e sem adubação, devendo-se esse maior número de folhas ser estimulado pelos constantes cortes da parte aérea.

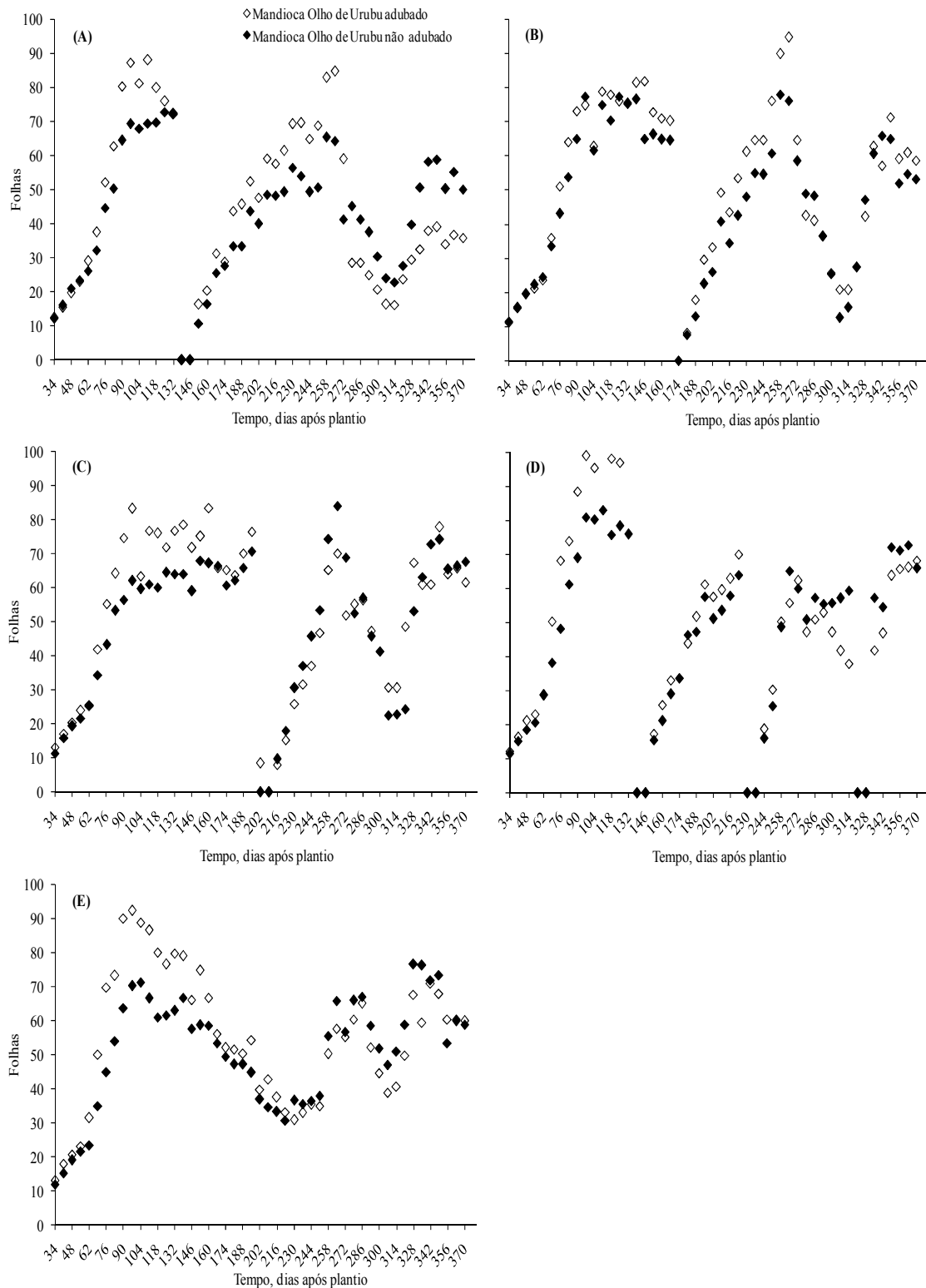


Figura 10. Número médio de folhas das plantas de mandioca “olho de urubu” adubada e não adubada para as diferentes épocas de corte: Corte da parte aérea em setembro (A), corte em outubro (B), corte em novembro (C), cortes sucessivos da parte aérea da planta à cada três meses, (D) testemunha, sem corte da parte aérea (E)

4.4. Produção de cepa

A análise dos dados referentes a fitomassa das cepas frescas revelou efeito significativo para as variedades de mandioca “Branca e Olho de urubu” ($P < 0,01$), bem como para as épocas de cortes ($P < 0,05$). Em relação a fitomassa seca das hastes, significância ao nível de 5% de probabilidade para a interação variedades *versus* adubação *versus* épocas de corte (Tabela 11).

Tabela 9. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes a produção de fitomassa fresca e seca das cepas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Fresca	Seca
Bloco	3	18,851*	8,313 ^{ns}
Variedade (V)	1	75,039**	10,068 ^{ns}
Resíduo (a)	3	0,792797	1,500525
Adubação (A)	1	5,821 ^{ns}	0,087 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	9,071*	1,265 ^{ns}
V x A	1	10,560 ^{ns}	0,554 ^{ns}
V x C	4	3,872 ^{ns}	1,488 ^{ns}
A x C	4	0,463 ^{ns}	2,061 ^{ns}
V x A x C	4	4,659 ^{ns}	2,975*
Resíduo (b)	54	3,374120	0,989676
C.V. da parcela (%)		8,68	32,21
C.V. da sub-parcela (%)		17,90	26,16

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os dados referentes a produção de cepa fresca e seca de mandioca para as duas variedades estudadas são apresentados na Tabela 12.

Dos dados observa-se de uma forma geral que a produção de cepas frescas foi de 10,26 t ha⁻¹, enquanto a produção de matéria seca foi de 3,81 t ha⁻¹, ou seja, a matéria seca representou 37,09% da matéria fresca. Dentre as variedades, a mandioca “branca” teve uma produção de matéria fresca de cepas de 11,23 t ha⁻¹, enquanto a variedade de mandioca “olho de urubu” apresentou uma produção de cepas de 9,29 t ha⁻¹, sendo as diferenças entre as variedades, não significativas.

No que se refere à matéria seca, também não foi constatado diferença significativa entre as duas variedades, no entanto verifica-se que a mandioca “olho de urubu” apresentou uma maior produção de matéria seca com 3,45 t ha⁻¹, enquanto a mandioca “branca” teve uma produção de matéria seca de 4,16 t ha⁻¹, indicando um padrão semelhante de acúmulo de biomassa nas cepas das diferentes variedades avaliadas.

Tabela 10. Produção de matéria fresca e seca de cepas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca Branca				Mandioca Olho de urubu			
	Não adubado		Adubado		Não adubado		Adubado	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- t/ha -----							
1	9,25 a A α	3,37 a A α	10,44 a A α	4,48 a A α	7,86 a A α	3,20 a A α	8,61 a A α	3,60 a A α
2	10,73 a A α	5,50 a A α	11,15 a A α	3,31 a A α	9,13 a A α	3,10 a A α	9,48 a A α	3,10 a A α
3	12,15 a A α	4,65 a A α	12,40 a A α	4,50 a A α	9,84 a A α	3,60 a A α	9,71 a A α	3,32 a A α
4	11,56 a A α	3,30 a A α	12,78 a A α	4,43 a A α	8,87 a A α	3,29 a A α	8,96 a A α	2,74 a A α
5	9,29 a A α	3,38 a A α	12,54 a A α	4,66 a A α	11,24 a A α	3,80 a A α	9,24 a A α	4,73 a A α
Média	10,60	4,04	11,86	4,28	9,39	3,40	9,20	3,50

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Quanto à adubação orgânica, foi observado não haver diferença significativa entre as variedades de mandioca avaliadas na produção de cepas. Entretanto, observou-se que a adubação orgânica não proporcionou aumento na produção de matéria fresca de cepa para a variedade “olho de urubu”, com valor de 9,20 t/ha, enquanto a variedade “branca”, alcançou uma produção de 11,86 t/ha. Com relação à produção de matéria seca de cepas de mandioca, observou-se comportamento idêntico à produção de matéria fresca, mostrando que a adubação não influenciou na produção de matéria seca de cepas de mandioca, uma vez que não houve diferença entre as variedades de mandioca.

Para a variedade mandioca “branca”, foi verificado que a época de corte adubada proporcionou maior rendimento de produção de cepas, quando comparado à produção de cepas da época de corte não adubada, com produções, de 11,60 t/ha e 10,60 t/ha, respectivamente, porém, com diferenças não significativa. Comportamento semelhante foi observado para a matéria seca das variedades de mandioca, com produção média de 4,05 t/ha. A mandioca “olho de urubu”, sem adubação foi aquela com maior produção de matéria fresca com 9,39 t ha⁻¹, enquanto que sem adubação, a produção de cepas foi de 9,20 t/ha, com uma diferença de 0,19 t ha⁻¹ para a época de corte adubada, enquanto que a produção de matéria seca de 3,50 t/ha.

Quanto as épocas de corte representadas por um único corte da parte aérea, não apresentaram diferença significativa, em relação a produção de cepa. Porém, foi verificado que a época de corte da parte aérea da mandioca no mês de setembro, com produção média de 9,04 t/ha, menor resultado em relação as demais épocas de corte, que em média, apresentou produção de cepas, de 10,48 t/ha. Comportamento semelhante verificou-se para a matéria seca das cepas, não se observando diferença significativa entre as épocas de corte (Tabela 12).

Entre as variedades de mandioca, a “branca” apresentou maior produção de cepas entre as épocas de cortes da parte aérea, com média de 11,41 t/ha, enquanto a “olho de urubu” produziu em média, 9,56 t/ha de matéria fresca de cepas, isto é, diferença de 1,85 t/ha, tendo a produção de matéria seca, a mesma tendência, com 4,08 e 3,52 t/ha, respectivamente, para as variedades “branca” e “olho de urubu”.

Quanto ao efeito da adubação orgânica, foi constatado que não houve diferença significativa, no entanto observou-se produção ligeiramente superior para a época de corte adubada, quando comparado ao não adubado, com produções, respectivas, de 10,62 e 10,35 t/ha, tendo a adubação orgânica proporcionado um aumento na matéria fresca de cepas de 0,27 t/ha.

A variedade de mandioca “branca” não apresentou diferença significativa para cepa entre as épocas de corte representados pelo corte da parte aérea das plantas. Porém foi observado, que a época de corte representada pelos cortes sucessivos da parte aérea, apresentou uma maior produção de matéria fresca de cepas com 12,17 t/ha, seguida da época de corte representada pelo corte da parte aérea da planta em setembro, em outubro e em novembro, com menor valor de matéria fresca de cepas para o corte no mês de setembro. A pequena diferença entre as épocas de corte deveu-se ao fato que nessa época, as plantas de mandioca não tinham ainda, alcançado o seu ponto ideal de crescimento e desenvolvimento completamente. No entanto, observou-se que os cortes da parte aérea da planta, motivado pelas diferentes épocas de corte, proporcionou uma maior produção de cepas das plantas de mandioca. A produção de matéria seca para cepa apesar de não apresentar também diferenças significativas, foi observada mesma tendência de aumento da produção de matéria seca das cepas com os cortes da parte aérea da planta, porém não se verificando essa mesma tendência de aumento de matéria seca, com os cortes sucessivos da parte aérea. Para a variedade “olho de urubu”, os incrementos de matéria seca para cepa, proporcionados pelos cortes da parte aérea, não diferiram estatisticamente.

A produção média de cepas para as duas variedades de mandioca, foi de 10,20 t/ha, sendo esta produção superior aquela encontrada por Vidigal-Filho et al. (2000), com produção média de 4,51 t/ha e por Sagrilo (2001), trabalhando com nove variedades de mandioca no município de Araruna - PR, em três anos agrícolas, alcançando produtividade média de 5,72 t/ha de cepas de mandioca. Os maiores valores de produção de cepas, fresca e seca, encontrados na pesquisa, podem ser motivados pela altura de corte do caule, aos 25 cm da superfície do solo, superando em 10 cm, a altura de corte dos trabalhos citados, uma vez que a maioria deles utiliza corte aos 15 cm.

4.5. Produção de hastes

A análise dos dados referentes a fitomassa das hastes frescas revelou efeito significativo para a adubação orgânica e épocas de corte da parte aérea ao nível de ($P < 0,05$). Em relação a fitomassa seca das hastes, significância ao nível de 1% de probabilidade para as diferentes épocas de corte da parte aérea (Tabela 13).

Tabela 11. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção de hastes frescas e secas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Fresca	Seca
Bloco	3	268,120 ^{ns}	1,978 ^{ns}
Variedade (V)	1	251,660 ^{ns}	68,044 ^{ns}
Resíduo (a)	3	35,83191	8,454575
Adubação (A)	1	396,718*	64,800 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	236,711*	106,822**
V x A	1	67,436 ^{ns}	0,564 ^{ns}
V x C	4	88,243 ^{ns}	23,931 ^{ns}
A x C	4	4,846 ^{ns}	5,623 ^{ns}
V x A x C	4	18,665 ^{ns}	22,623 ^{ns}
Resíduo (b)	54	71,00055	18,604452
C.V. da parcela (%)		19,72	30,07
C.V. da sub-parcela (%)		27,76	44,60

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os dados referentes à produção de hastes fresca e seca de mandioca para as duas variedades estudadas, sob as diferentes épocas de cortes utilizadas, são apresentados na Tabela 14. Dos dados, observa-se de uma forma geral que a produção média de hastes frescas foi de 30,36 t/ha, enquanto a produção de matéria seca foi de 9,67 t/ha, representando 31,90% da matéria fresca produzida pelas hastes de mandioca.

Analisando as variedades, observou-se que a mandioca “branca”, de maneira geral, apresentou uma produção média de matéria fresca de hastes de 28,59 t/ha, enquanto a variedade de mandioca “olho de urubu” apresentou uma produção de hastes de 32,03 t/ha, superando a variedade “branca” em 3,44 t/ha. Apesar da diferença, esta não foi significativa. No que concerne a matéria seca, também não foi constatado diferença significativa entre as duas variedades de mandioca, no entanto verifica-se que a mandioca “olho de urubu” apresentou uma maior produção de matéria seca com 10,59 t/ha, enquanto a variedade mandioca “branca” teve uma produção de matéria seca de 8,74 t/ha, indicando um padrão semelhante de acúmulo de biomassa nas hastes das diferentes variedades avaliadas.

Tabela 12. Produção de matéria fresca e seca de hastes das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea (C)	Mandioca Branca				Mandioca Olho de urubu			
	Não adubado		Adubado		Não adubado		Adubado	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- t/ha -----							
1	22,37 a A α	7,69 a A α	29,86 a A α	9,45 a A α	23,28 a A α	7,40 a A α α	28,41 a A α	6,76 a A α
2	27,27 a A α	9,48 a A α	32,96 a A α	10,49 a A α	31,12 a A α	11,57 a A α α	33,26 a A α	15,23 a A α
3	31,00 a A α	9,51 a A α	34,78 a A α	14,68 a A α	37,16 a A α	13,64 a A α	40,24 a A α	13,69 a A α
4	22,80 a A α	5,23 a A α	32,53 a A α	7,35 a A α	27,85 a A α	7,71 a A α	26,49 a A α	6,57 a A α
5	23,74 a A α	6,91 a A α	28,50 a A α	6,68 a A α	34,69 a A α	8,57 a A α	38,79 a A α	14,78 a A α
Média	25,44	7,76	31,73	9,73	30,82	9,78	33,43	11,41

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

No tocante a adubação orgânica, observou-se não haver diferença significativa entre as variedades. Porém, verificou-se que a adubação orgânica proporcionou um ligeiro aumento na produção de matéria fresca de hastes para a variedade “olho de urubu”, com 32,49 t/ha, enquanto a variedade mandioca “branca” apresentou uma produção de hastes de 28,13 t/ha, demonstrando que a adubação orgânica proporcionou um aumento de matéria fresca de 4,36 t/ha. Observou-se ainda, que não houve diferença também para a produção de matéria seca, onde ambas as variedades apresentaram produções que não diferem estatisticamente, com média de 10,57 e 8,77 t/ha, respectivamente.

Para a mandioca “branca”, observou-se na época de corte adubada um maior rendimento de hastes, em relação ao não adubado, com produção média de hastes de 31,74 t/ha e 25,44 t/ha, respectivamente, sendo a diferença de 6,30 t/ha significativa estatisticamente.

Mesmo comportamento observado para a matéria seca das raízes, foi observado também para a produção de matéria seca de hastes para as variedades de mandioca testadas, com produção de 9,73 e 7,75 t/ha (Tabela 14), para as variedades “olho de urubu” e “branca”, respectivamente. A adubação orgânica proporcionou um aumento de matéria seca de 1,98 t/ha. A mandioca “olho de urubu”, para as épocas de cortes adubadas, apresentou em média maior produção de matéria fresca com 33,24 t/ha, enquanto as épocas de corte não adubadas produziram em média 30,82 t/ha, com diferença de 2,42 t ha⁻¹ a mais que as épocas de corte não adubadas. Já em relação à matéria seca, a produção média para a variedade “olho de urubu”, foi de 11,41 t/ha e 9,78 t/ha para a variedade “branca”, e para as épocas de corte adubada e não adubada, com uma diferença de produção de 1,63 t/ha de matéria seca de hastes.

No que concerne as épocas de corte em que as variedades de mandioca foram submetidas ao corte da parte aérea, ocorreram diferenças significativas entre épocas de corte da parte aérea em estudo, quanto a produção de hastes. Porém verificou-se que na época de corte da parte aérea da mandioca realizado no mês de setembro, em relação aos demais épocas de corte teve uma menor produção de hastes, com 25,98 t/ha, enquanto as demais épocas da parte aérea, tiveram em média 31,39 t/ha. Essa menor produção de hastes com corte da parte aérea em setembro, deveu-se provavelmente, ao curto espaço de tempo de acúmulo de assimilados nas hastes, já que de acordo com a Figura 1, nesta fase de desenvolvimento da cultura, o desenvolvimento e o crescimento da cultura está intensamente interagindo um com o outro, e como houve um corte da parte área, este deve ter prejudicado a produção das hastes, na avaliação final.

Comportamento semelhante verificou-se para a matéria seca das hastes, onde também não se constatou diferença significativa entre os cortes da parte aérea em outubro e novembro, com as seguintes produções médias de 11,69 t/ha e 12,88 t/ha, respectivamente, bem como entre o corte da parte aérea em setembro, cortes sucessivos a cada três meses da parte aérea e a testemunha com 7,81, 6,72 e 9,20 t/ha, respectivamente. Essa menor produção de matéria seca encontrada para os cortes sucessivos da parte aérea da mandioca, deveu-se provavelmente aos diversos cortes a que foi submetida a parte aérea, onde os fotoassimilados armazenados nas hastes, eram exigidos pela planta de mandioca para a produção de fitomassa aérea das hastes.

Quanto a adubação, foi verificado que apenas a época de corte da parte aérea em novembro, apresentou diferença significativa entre as épocas de corte, com uma produção de hastes frescas de 37,51 t/ha (Tabela 14). No entanto observou-se que os cortes sucessivos da parte aérea, comparado as demais épocas de corte com os cortes em setembro, outubro e novembro, a produção de hastes foi semelhante, com produção média de 31,24 t/ha de hastes. Mesma tendência constatou-se para a matéria fresca para as épocas de corte que não receberam adubação orgânica, onde o corte da parte aérea em novembro apresentou a maior produção de hastes, com 34,08 t/ha, e o corte da parte aérea em setembro, que apresentou a menor produção de hastes frescas, com 22,83 t/ha, sem adubação.

Para a matéria seca das épocas de corte adubados (tabela 14), verificou-se que não houve diferença significativa entre as épocas de cortes em que os cortes da parte aérea da mandioca foram realizadas nos meses de outubro e novembro, com 14,19 e 12,86 t/ha, respectivamente, porém sendo diferentemente das produções de hastes secas do corte da parte aérea em setembro e com cortes sucessivos a cada três meses, com 8,11 e 6,96 t/ha, respectivamente. Na época de corte da parte aérea não adubada, os resultados seguiram a mesma tendência dos que receberam adubação, onde as épocas de corte da parte aérea em outubro e novembro, não apresentaram diferenças significativas entre si, com produções médias de 11,58 e 10,53 t/ha, respectivamente. No entanto, foi diferente das produções das épocas de cortes parte aérea em setembro, cortes sucessivos a cada três meses e da testemunha, com médias de 7,52, 6,47 e 7,74 t/ha, respectivamente.

Não houve diferença significativa entre a matéria seca da produção de hastes de mandioca adubada e não adubada submetidas as épocas de corte da aérea da planta, cortada no mês de setembro, outubro e novembro. Entre as variedades de mandioca (“olho de urubu” e “branca”), quando avaliados as épocas de cortes, observa-se que a mandioca “olho de urubu” apresentou uma maior produção de matéria fresca de hastes com 32,03 t/ha, superando

a mandioca branca em 3,44 t/ha, que produziu 28,59 t/ha. Apesar da diferença entre variedades, esta não foi significativa.

Ainda na tabela 14, com relação à produção de hastes frescas, a mandioca “olho de urubu” a maior produção média ocorreu na época de corte da parte aérea da mandioca cortada em setembro, com 38,70 t/ha, superando inclusive a testemunha com produção média de 36,74 t/ha. Mesma tendência foi constatada para a matéria seca das hastes, porém não ocorreu diferença significativa entre a produção de hastes das épocas de corte da parte aérea no mês de outubro, no mês de novembro e com a testemunha, com produções média de hastes de mandioca de 13,40, 13,67 e 11,68 t/ha, respectivamente. Não havendo diferença significativa entre essas épocas de corte e corte da parte aérea de mandioca no mês de setembro e cortes sucessivos, onde foi atingido 7,14 e 7,08 t/ha, respectivamente.

Para a variedade mandioca “branca” sob adubação, foi observado não haver diferença significativa entre as diferentes épocas de corte, com corte da cobertura vegetal, à exceção do corte da parte aérea em setembro, com 29,86 t/ha, e dos cortes sucessivos, com 28,50 t/ha de matéria fresca. No que se refere à mesma variedade, sob adubação, as épocas de corte que foram submetidos ao corte no mês de novembro e outubro, com valores de 31,00 e 27,27 t/ha de matéria fresca de hastes, sendo essas produções de hastes diferentes significativamente, das épocas de corte da parte aérea em setembro e por cortes sucessivos da parte aérea, com produção média de 22,37 e 22,80 t/ha, respectivamente. Quanto ao efeito da adubação sobre a variedade mandioca “branca”, foi verificado que esta proporcionou maior produção de matéria fresca para todas as épocas de corte, com maiores efeitos para o corte sucessivo, evidenciando, ser a adubação orgânica essencial para a variedade mandioca “branca”.

Verificou-se também que a matéria seca das hastes para as épocas de corte adubadas organicamente, apresentaram maiores produções, havendo inclusive, diferença entre a época de corte em que a parte aérea foi cortada no mês de novembro (produção média de 14,68 t/ha) com as demais épocas de corte. Nessa comparação de matéria seca produzida pelas épocas de corte, foi verificado que a produção de hastes seca para a testemunha, foi de 6,98 t/ha. O efeito da adubação orgânica para a época de corte representado pelos cortes sucessivos da parte aérea da mandioca, proporcionou uma diferença de 2,12 t/ha, quando comparada as produções com e sem adubação, que foram respectivamente, 7,35 e 5,23 t/ha.

Já com relação à variedade “olho de urubu”, a produção de matéria fresca para as épocas de cortes adubadas, superou a produção dos não adubados em todas as épocas de cortes utilizadas, com maior valor para a época de corte no mês de novembro e o menor valor

para a testemunha. No geral, a produção de hastes frescas foi de 33,24 t/ha e 30,82 t/ha, para com e sem adubação, respectivamente. Quanto a matéria seca, constatou-se não haver diferença em produção de hastes, para as épocas de corte parte aérea nos meses de outubro e novembro e a testemunha representada pelo não corte da parte aérea, com produções de 15,23; 13,69 e 14,78 t/ha, respectivamente. A mandioca “olho de urubu” não adubada, não proporcionou diferença significativa entre as épocas de corte em que a parte aérea da planta foi cortada em outubro e novembro, com produções média de hastes de 11,57 e 13,64 t/ha, respectivamente. Também para as demais épocas de corte representadas pelos cortes sucessivos e corte no mês de setembro, houve diferença na produção de hastes.

Andrade (1989), trabalhando com diferentes espaçamentos, idades de colheita e anos de plantio sobre algumas características de duas variedades de mandioca em Felixlândia-MG, obteve uma produção média de 14,08 t/ha. Leonel Neto (1983), no mesmo município, conseguiu produção de hastes com diferentes espaçamentos e influência da idade de colheita de 11,65 t/ha.

Os cortes da parte aérea principalmente no período compreendido entre outubro e novembro, que é a época mais seca, além de possibilitar maior produção de hastes, há um maior acúmulo de matéria seca depositada nessas hastes, o que foi também observado por Leonel Neto (1983) e Sagrilo (2001).

Costa et al. (2007) obtiveram uma produção média de 3,95 t/ha de matéria seca de hastes, em trabalho realizado com diferentes regimes de cortes, em variedades de mandioca para alimentação animal em Porto Velho-RO. Moura & Costa (2001) trabalhando com o efeito da frequência e altura de corte na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca, obtiveram uma produção média de 17,40 t/ha de hastes secas para corte submetida aos 18 meses a altura de 0,5 m. No entanto, as produções de matéria secas, corroboram com as obtidas por Pezo et al. (1984), que constataram que a matéria seca resultante dos regimes de corte a cada 2, 3 ou 4 meses, foi superior à obtida no regime de apenas um corte por ocasião da colheita.

4.6. Produção de folhas

A análise dos dados referentes a fitomassa das folhas frescas revelou efeito significativo para as épocas de corte, ao nível de ($P < 0,01$), e para a relação variedade *versus* adubação, com significância de 5% de probabilidade. Em relação a fitomassa seca da produção de folhas secas, houve significância ao nível de 1% de probabilidade para as

diferentes épocas de corte da parte aérea e para a interação variedade *versus* adubação orgânica (Tabela 15).

Tabela 13. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção de folhas frescas e secas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Fresca	Seca
Bloco	3	61,412 ^{ns}	4,739 ^{ns}
Variedade (V)	1	2,727 ^{ns}	0,052 ^{ns}
Resíduo (a)	3	31,003841	2,068577
Adubação (A)	1	0,485 ^{ns}	2,067 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	683,785**	35,671**
V x A	1	64,494*	13,745**
V x C	4	11,278 ^{ns}	1,213 ^{ns}
A x C	4	3,339 ^{ns}	1,144 ^{ns}
V x A x C	4	17,029 ^{ns}	2,457 ^{ns}
Resíduo (b)	54	12,832879	1,550144
C.V. da parcela (%)		36,00	42,65
C.V. da sub-parcela (%)		23,16	36,92

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os dados referentes à produção de folhas frescas e secas de mandioca para as duas variedades estudadas, submetidas as diferentes épocas de corte parte aérea e sob ausência e presença de adubação orgânica, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 14. Produção de matéria fresca e seca de folhas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”				Mandioca “olho de urubu”			
	Não adubado		Adubado		Não adubado		Adubado	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- t/ha -----							
1	14,27 b A α	3,08 ab A α	16,99 b A α	3,49 ab A α	17,47 b A α	2,85 b A α	15,50 ab A α	3,16 ab A α
2	13,48 b A α	2,99 ab A α	14,86 b A α	3,33 ab A α	12,60 b A α	2,66 b A α	11,34 b A α	2,40 ab A α
3	14,19 b A α	2,56 ab A α	15,04 b A α	3,38 ab A α	11,93 b A α	5,12 a A α	12,90 b A α	2,36 ab A α
4	23,97 a A α	5,20 a A α	27,64 a A α	6,39 a A α	29,68 a A α	6,75 a A α	23,18 a A α	4,83 a A α
5	8,23 b A α	1,63 b A α	7,83 b A α	1,41 b A α	9,60 b A α	2,48 b A α	8,61 b A α	1,36 b A α
Média	14,83	3,09	16,47	3,60	16,26	3,97	14,31	2,82

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Dos dados obtidos, observa-se de uma forma geral que a produção de folhas frescas foi de 15,48 t/ha, enquanto a produção de matéria seca foi de 3,37 t/ha, representando 21,77% da matéria fresca. Na comparação de produção de folhas frescas e secas para as duas variedades de mandioca (“branca” e “olho de urubu”), verificou-se não haver diferença significativa, tanto para matéria fresca, com produção de 15,65 e 15,11 t/ha; como para matéria seca, com produção de 3,35 e 3,40 t/ha, para as duas variedades, respectivamente. A não diferença estatística na produção de folhas para as duas variedades de mandioca, indica a possibilidade de utilização de ambas na produção de fitomassa da parte aérea (produção de folhagem, parte da planta mais rica em proteína, segundo dados de pesquisas citar fonte) para alimentação animal.

No que se refere à matéria seca das folhas, das duas variedades analisadas sob as diferentes épocas de corte, também não foi constatado diferença significativa entre elas, com produção média de 3,35 t/ha, indicando um padrão genético semelhante de acúmulo de biomassa nas variedades avaliadas. A adubação orgânica não proporcionou diferença significativa na produção de fitomassa fresca das folhas entre as variedades “branca” e “olho de urubu”, com produção de 15,54 e 15,21 t/ha, respectivamente, bem como para a matéria seca folhas, com produção de 3,53 e 3,21 t/ha.

Para a mandioca “branca”, foi verificado que a época de corte adubada proporcionou um maior rendimento de produção de folhas frescas, em relação ao não adubado com produção de 16,47 t/ha e 14,83 t/ha, respectivamente, porém não apresentando diferença significativa entre si. Isso deveu-se provavelmente à variabilidade proporcionada pelo adubo orgânico, à produção de folhas e hastes para as duas variedades, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea. Mesmo comportamento foi observado para a matéria seca das folhas, onde a mandioca “branca” apresentou uma produção de 3,62 e 3,09 t/ha, para as épocas de corte com e sem adubação orgânica. A diferença entre as épocas de corte da parte aérea foi de 0,53 t/ha, insuficiente para proporcionar significância. A mandioca “olho de urubu” sob a época de corte não adubada, apresentou uma maior produção de matéria fresca com 16,26 t/ha, superando a época de corte adubada com produção de 13,96 t/ha, enquanto que a produção de matéria seca foi de 3,97 t/ha e 2,80 t/ha, para as épocas de corte da parte aérea não adubada e adubada, respectivamente, com uma diferença de produção de matéria seca de 1,17 t/ha.

Com relação as épocas de corte da parte aérea, houve diferença significativa entre a produção de folhas, da época de cortes sucessivos da parte aérea, com produção média de folhas de 26,12 t/ha e as demais épocas de cortes, em que a parte aérea foi cortada no mês de

setembro, mês de outubro e mês de novembro e, principalmente a testemunha com produção média de folhas de 8,13 t/ha. Ocorreram também diferenças significativas entre a época de cortes sucessivos da parte aérea da mandioca e as épocas de corte mês de setembro, com produção de 16,04 t/ha, no mês de outubro, com produção de 13,07 t/ha e no mês de novembro, com produção de 13,52 t/ha (Tabela 16). Essa maior produção de folhas da época de corte em que a planta de mandioca foi submetida aos cortes sucessivos da parte aérea, deveu-se ao acúmulo da fitomassa, proveniente do somatório do material dos quatro cortes em que as plantas foram submetidas. Dessa forma, as reservas das raízes tuberosas foram utilizadas pelas plantas para formação de nova arquitetura da parte aérea. Comportamento semelhante foi verificado para a matéria seca das folhas, onde se constatou diferença significativa entre as épocas de cortes da parte aérea, com os valores de produção dos cortes sucessivos da parte aérea (5,79 t/ha) e cortes da parte aérea nos meses de setembro (3,15 t/ha), outubro (2,85 t ha⁻¹), novembro (3,36 t/ha) e da testemunha, sem corte da parte aérea (1,71 t/ha).

A matéria fresca das folhas das épocas de cortes submetida a cortes em diferentes épocas, sob adubação, verificou-se que os cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses, teve maior produção de folhas com 25,41 t/ha, sendo diferente das demais épocas de corte, uma vez que a época de corte da parte aérea em outubro apresentou produção de 16,25 t/ha, com corte em setembro (13,10 t/ha) e corte em novembro (13,97 t/ha) e da testemunha (7,35 t/ha). Já as épocas de cortes em setembro, outubro e novembro, apresentaram diferenças significativas quando comparado com a testemunha. Quanto as épocas de cortes que não receberam adubação orgânica, verificou-se mesma tendência das épocas de cortes adubadas onde os cortes sucessivos com uma produção de 26,83 t/ha foi diferente estatisticamente das épocas de cortes no mês de setembro (15,87 t/ha), no mês de outubro (13,04 t/ha) e no mês de novembro (13,06 t/ha). No entanto, todas as épocas de cortes da parte aérea no mês de setembro, outubro e novembro diferiram da testemunha, com 8,92 t/ha. Não se observou diferenças entre as épocas de cortes da parte aérea, na ausência e presença da adubação orgânica.

Para a matéria seca das épocas de cortes adubadas e não adubadas, constatou-se que a época de corte da parte aérea representado por cortes sucessivos da parte aérea da mandioca para as duas variedades de mandioca com uma produção de 5,61 t/ha de folhas, apresentou diferença significativa frente as demais épocas de cortes. Sabe-se que a retirada da parte aérea das plantas estimula a produção de fitomassa foliar, o que de certa forma é importante, principalmente quando se tem um destino para esse material. A utilização como forragem na

alimentação será favorecida como incremento alimentar numa época de carência de alimentos.

As variedades de mandioca de maneira geral (Tabela 16), apresentaram uma produção de matéria fresca das folhas, próximas, com diferença de $0,20\text{ t ha}^{-1}$, com valor maior para a mandioca “olho de urubu” (8,23 t/ha) e menor para a mandioca “branca” (8,03 t/ha). Entretanto, essa diferença não foi significativa. Com relação à matéria seca, ocorre uma mesma tendência de produção de matéria seca de folhas, entre as duas variedades, fato estes que deve estar associado às características genéticas da planta, já que as duas variedades de mandioca foram submetidas às mesmas condições de épocas de cortes da parte aérea.

A mandioca “olho de urubu” quanto as épocas de cortes da parte aérea a que foi submetida, apresentou maior produção de folhas, para aquele representado por cortes sucessivos da parte aérea, com produção de 26,43 t/ha, superando os demais com corte da parte aérea em setembro, em outubro e em novembro e da testemunha, com produções de 16,49, 11,97, 12,42 e 8,23 t/ha de matéria fresca de folhas, respectivamente. No que concerne à matéria seca, verificou-se essa mesma tendência, porém, com valores bem inferiores. No entanto, apesar dos cortes sucessivos da parte aérea apresentar uma elevada produção de folhagem, com produção de 5,79 t/ha de matéria seca das folhas, representando apenas, 21,91% da matéria fresca, demonstrando que as folhas sob cortes sucessivos, são mais tenras, em relação àquelas as demais épocas de cortes da parte aérea. Mesma tendência constata-se para a matéria seca das folhas, havendo diferença significativa entre a produção de folhas dos cortes sucessivos e as demais épocas de corte e entre o corte da parte aérea no mês de setembro, mês de outubro e mês de novembro, com a testemunha, com produções de 3,01, 2,53, 3,74 e 1,86 t/ha, respectivamente.

A mandioca “branca” apresentou também maior produção de folhas na época de corte nos cortes sucessivos da parte aérea, com produção de 25,81 t/ha, valor bastante superior as demais épocas de corte, que tiveram uma produção de 15,63, 14,17, 14,62 e 8,03 t/ha de matéria fresca de folhas para as épocas de cortes em que a parte aérea foi cortada no mês de setembro, de outubro e de novembro e a testemunha, respectivamente (Tabela 16). Essa mesma tendência é verificada com a matéria seca das folhas. Entretanto, apesar da época de corte representada por cortes sucessivos da parte aérea da mandioca, apresentar uma elevada produção de folhagem fresca (25,81 t/ha), esse valor não se confirma em matéria seca, reduzindo-se a uma produção de folhas secas de apenas 5,80 t/ha, representando apenas 22,47% da matéria fresca, o que leva a afirmar que as folhas de plantas dos cortes sucessivos da parte aérea das plantas, são mais hidratadas em comparação as folhas mais velhas, das

outras épocas analisadas. Mesma tendência foi constatada para produção de matéria seca das folhas, ocorrendo, entretanto, diferença significativa entre a produção de folhas dos cortes sucessivos, e as demais épocas de cortes, representados por corte da parte aérea no mês de setembro, no mês de outubro e no mês de novembro e, pela testemunha, com produções respectivas de 3,29, 3,16, 2,97 e 1,56 t/ha.

A mandioca branca adubada apresentou diferença significativa quando comparados os cortes sucessivos a cada trinta e cinco dias, com produção de matéria seca, com 27,64 t/ha de matéria fresca e as épocas de corte em que a parte aérea foi cortada no mês de setembro, com 16,99 t/ha, no mês de outubro, com 14,86 t/ha e no mês de novembro, com 15,04 t/ha, como também a testemunha, aquele que a parte aérea não foi submetida ao corte, com produção de 7,83 t/ha, porém essa produção de fitomassa fresca da testemunha foi diferente das demais épocas de cortes. No que se refere à mandioca “branca” não adubada, os resultados de produção, seguiram a mesma tendência do adubado, onde os cortes sucessivos da parte aérea, apresentou uma produtividade de 23,97 t/ha de folhas frescas, enquanto as demais épocas de corte submetido a um único corte da parte aérea da mandioca, apresentaram produções média de 13,98 t/ha, e a testemunha apresentou produção de 8,23 t/ha. Mais uma vez constata-se que um corte da parte aérea da mandioca, no período seco, antes da colheita da raiz, induz a formação de uma maior quantidade de folhagem, havendo com isso, pequeno ou nenhum comprometimento do sistema radicular da mandioca. Na comparação de produções médias de folhas das épocas de cortes da parte aérea avaliadas, na ausência e presença de adubação orgânica, não se observou diferença, apesar das épocas de corte sob adubação apresentarem produções de folhas ligeiramente superior a época de corte não adubado.

A matéria seca da mandioca “branca”, para os cortes sucessivos da parte aérea, com uma produção de 6,39 t/ha, foi significativamente superior as demais épocas de cortes, enquanto que as épocas de cortes representadas por um único corte da parte aérea apresentou em média, uma produção de matéria seca de folhas de 3,40 t/ha, enquanto a testemunha foi aquele com menor produção de folhagem seca, com 1,49 t/ha. Esse menor valor de fitomassa seca de folhas para a testemunha ocorre pelo fato de não se ter efeito cumulativo de mais um corte da parte aérea. Comportamento muito semelhante ocorreu com a época de corte da parte aérea não adubada, onde os cortes sucessivos da parte aérea apresentou uma produção de 5,20 t/ha, enquanto que as épocas de corte representadas por um único corte da parte aérea no mês de setembro, no mês de outubro e no mês de novembro, com produção de folhagem seca de 3,08, 2,99 e 2,56 t/ha e a testemunha com 1,63 t/ha.

Para a mandioca “olho de urubu”, as diferenças significativas entre produções de fitomassa fresca, ocorreram entre as épocas de cortes empregadas, onde a época de corte com cortes sucessivos da parte aérea, com 23,18 t/ha (Tabela 16), superou os demais, uma vez que, a produção das épocas de corte em que a parte aérea foi cortada uma única vez em setembro (15,50 t/ha), em outubro (11,34 t/ha) e em novembro (12,90 t/ha), bem como, aquela da testemunha (6,86 t/ha). No que se refere as épocas de cortes não adubadas, observou-se que a produção de fitomassa fresca da variedade “olho de urubu” seguiu a mesma tendência das épocas de corte da parte aérea sob adubação, isto é, a época de corte representada por cortes sucessivos da parte aérea, foi aquele com maior produção, com 29,68 t/ha, enquanto as demais épocas de corte da parte aérea submetidas a um único corte da parte aérea apresentou em média uma produção de 14,00 t/ha, e menor valor ficou com a testemunha, com uma produção de 9,60 t/ha.

A produção de folhas de mandioca “branca”, na ausência e presença de adubação orgânica, não apresentou diferença significativa. Já para a matéria seca da mandioca “branca”, ocorreu diferença significativa entre a época de corte representada por cortes sucessivos da parte aérea, com uma produção de 4,83 t/ha e as épocas de cortes representadas por um único corte da parte aérea, com produção média de 2,64 t/ha, e a testemunha com uma produção de 1,23 t/ha. Comportamento muito semelhante aconteceu com a época de corte que não recebeu adubação orgânica. A época de cortes sucessivos com produção de 6,75 t/ha, superou as demais épocas de corte, com produção de fitomassa seca de 2,85, 2,66 e 5,12 t/ha, respectivamente, para aqueles submetidos a um único corte da parte aérea e da testemunha com 2,48 t/ha.

Sagrilo (2001) em experimento com mandioca, nas condições climáticas de Araruna, no Paraná, obteve uma produção média de folhas frescas de 8,20 t/ha, para três variedades de mandioca. Moura & Costa (2001), em pesquisa conduzida na cidade de Rio Branco, no Acre, obtiveram uma produção semelhante de matéria seca de folhas, com uma média de 3,35 t/ha. No entanto, as produções alcançadas nesta pesquisa foram inferiores aos encontrados por Pequeno et al. (1996), em trabalho realizado no município de Renascença, no Paraná, com 8 variedades de mandioca, obtiveram uma produção média de 4,60 t/ha de matéria seca de mandioca.

Quanto ao valor nutritivo da parte aérea está diretamente relacionado ao grau de enfolhamento, idade da planta e época do corte. Dentre as frações da parte aérea da mandioca, a folha é aquela que apresenta maior concentração de nutrientes não estruturais e menor proporção de fibra. A partir dessas informações, é importante orientar o manejo para a

colheita do material quando ainda existir boa quantidade de folhas, apesar do menor rendimento em matéria seca. Se o interesse for obter um material de melhor qualidade, a atualização deve restringir-se ao terço superior da parte aérea da planta. Vale ressaltar que o manejo da lavoura não é direcionado para a produção da parte aérea e a colheita ocorre, normalmente, quando a planta já está desfolhada e, nessa condição, o valor nutritivo é muito baixo, com percentagem de proteína bruta inferior a 6% no feno (Carvalho, 1984). Ainda segundo este autor a mandioca possui em média 4,32%, 8,41% e 27,49% de proteína bruta nas hastes, pecíolos e folhas, respectivamente, enquanto as raízes chegam a possuir em média 3,00% de proteína bruta.

4.7. Produção parte aérea total

A análise dos dados referentes a fitomassa da parte aérea total frescas revelou efeito significativo para as épocas de cortes da parte aérea ao nível de ($P < 0,01$). Em relação a fitomassa seca da produção da parte aérea total, houve significância ao nível de 1% de probabilidade para as diferentes épocas de corte da parte aérea (Tabela 17).

Tabela 15. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção da parte aérea total de fitomassa frescas e secas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Fresca	Seca
Bloco	3	547,051 ^{ns}	12,234 ^{ns}
Variedade (V)	1	202,121 ^{ns}	72,067 ^{ns}
Resíduo (a)	3	132,53791	10,395371
Adubação (A)	1	369,628 ^{ns}	43,675 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	489,969**	85,461**
V x A	1	263,683 ^{ns}	19,870 ^{ns}
V x C	4	99,664 ^{ns}	27,037 ^{ns}
A x C	4	8,451 ^{ns}	3,695 ^{ns}
V x A x C	4	69,397 ^{ns}	34,331 ^{ns}
Resíduo (b)	54	123,58588	23,566582
C.V. da parcela (%)		25,13	24,72
C.V. da sub-parcela (%)		24,26	37,22

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A produção de parte aérea total fresca e seca de mandioca para as duas variedades (“branca” e “olho de urubu”) estudadas, sob diferentes épocas de corte, são apresentadas na (Tabela 18). Dos dados, observou-se de uma forma geral, que a produção média de fitomassa fresca, foi de 55,88 t/ha, com produção média de matéria seca de 16,81 t/ha, correspondendo a 30,08% da matéria fresca. Quanto à produção de fitomassa fresca para as duas variedades de mandioca, não foi verificado diferença significativa, com produções de matéria fresca de 55,33 e 56,43 t ha⁻¹ e de matéria seca de 16,14 e 17,47 t/ha as variedades “branca” e “olho de urubu”, respectivamente.

Tabela 16. Produção de matéria fresca e seca total da parte aérea das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas às diferentes épocas de corte da parte aérea

Cortes da parte aérea	Mandioca Branca				Mandioca Olho de urubu			
	Não adubado		Adubado		Não adubado		Adubado	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- t/ha -----							
1	45,89 a A α	14,09 a A α	57,29 a A α	17,42 a A α	48,61 a A α	13,85 a A α	52,52 a A α	13,12 a A α
2	51,48 a A α	17,97 a A α	59,32 a A α	17,19 a A α	52,85 a A α	17,33 a A α	53,08 a A α	21,23 a A α
3	57,34 a A α	16,72 a A α	60,55 a A α	21,37 a A α	58,93 a A α	22,08 a A α	62,85 a A α	19,65 a A α
4	58,33 a A α	13,73 a A α	73,00 a A α	18,17 a A α	66,4 a A α	17,2 a A α	58,63 a A α	14,69 a A α
5	41,26 a A α	11,92 a A α	48,87 a A α	12,83 a A α	55,53 a A α	15,78 a A α	54,89 a A α	19,81 a A α
Média	50,86	14,89	59,81	17,40	56,46	17,25	56,39	17,70

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Apesar da verificação de que a variedade “olho de urubu” ter superado a produção total de parte aérea da variedade “branca” em 1,10 t/ha, como ambas variedades apresentaram-se com produtividade elevada, podem ser utilizadas na produção de matéria fresca ou seca para serem ofertadas como forragem aos animais. Analisando a produção de matéria seca da parte aérea total, da mandioca, também não se constatou diferença significativa entre as duas variedades, com produção média de 16,81 t/ha, respectivamente, para as variedades “branca” e “olho de urubu”, indicando um padrão semelhante de acúmulo de biomassa da parte aérea das diferentes variedades avaliadas.

A adubação orgânica promoveu aumento na produção total da parte aérea de mandioca, com valores, respectivamente, de 58,10 e 53,66 t/ha para as épocas de cortes na ausência e presença de adubação. Apesar da diferença ser de 4,44 t/ha, esta não foi significativa. Quanto as variedades, observa-se também que não houve diferença significativa, entre as produções totais, com 40,24 e 45,48 t/ha para a matéria fresca total para as variedades “branca” e “olho de urubu” sem adubação, respectivamente, e as produções totais de 48,21 e 47,70 t/ha para a matéria fresca das folhas para as variedades “branca” e “olho de urubu” com adubação, respectivamente. Dos resultados apresentados, verifica-se que apesar da diferença não significativa, a variedade “olho de urubu” supera em produção total de fitomassa aérea fresca, a variedade “branca”. Para a matéria seca foi verificado uma diferença de 1,51 t/ha entre as produções totais das épocas de cortes com e sem adubação (12,27 e 13,78 t/ha, respectivamente). Sob adubação, foi verificado que a produção de matéria seca total da parte aérea das variedades, sob diferentes épocas de cortes, apresentou respectivamente, 12,10 e 13,95 t/ha, sendo a mandioca “branca” superada pela mandioca “olho de urubu”, em 1,85 t/ha.

No que se refere à variedade “branca”, verificou-se que a época de corte adubada foi diferente estatisticamente ($p < 0,05$) da época de corte não adubada com uma produção média de matéria fresca de $48,21 \text{ t ha}^{-1}$ e $40,24 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente. Comportamento semelhante foi observado para a matéria seca da parte aérea total, sendo estes estatisticamente diferentes entre as épocas de cortes não adubada e adubada, com suas respectivas produções 10,85 e 13,35 t/ha.

A mandioca “olho de urubu” quanto a matéria fresca não se observou diferença significativamente entre as épocas de cortes não adubada e adubada, com produções 45,48 e 47,19 t/ha, respectivamente. A matéria seca teve a mesma tendência da matéria fresca, onde foi observado não haver diferença significativa entre as produções de matéria fresca sem e com adubação orgânica das épocas de cortes na ausência e presença de adubação, com produção média de 13,98 t/ha. As diferenças, com relação à produção de parte aérea, parecem

estar condicionadas às características genéticas inerentes a cada variedade, além de sofrerem influência de fatores ambientais, conforme relatam Lorenzi et al. (1988; 1990).

A adubação orgânica observa-se que não houve diferença significativa entre as variedades com 58,10 e 53,66 t ha⁻¹ para a matéria fresca das folhas para a mandioca “Olho de urubu e Branca”, bem como para a matéria seca com 17,55 e 16,07 t ha⁻¹, no entanto, verifica-se que a variedade de mandioca “olho de urubu” foi ligeiramente superior a mandioca “branca” com uma produção de 4,44 t/ha, para a matéria fresca, enquanto para a matéria seca essa tendência de diferença é seguida, onde a matéria seca da mandioca “olho de urubu” apresentou a mais 1,48 t/ha, sendo constatada desta forma que a variedade de mandioca “olho de urubu” tem um poder de converter os fotoassimilados na forma de matéria seca. No que se refere a mandioca “branca” verifica-se que a época de corte adubada não foi diferente estatisticamente ($p < 0,05$) da época de corte não adubada com uma média produção de matéria fresca de 59,81 e 50,86 t/ha, respectivamente. Comportamento semelhante é observado para a matéria seca da parte aérea total, sendo estes estatisticamente não diferentes entre as épocas de cortes não adubada e adubada, com suas respectivas produções 14,89 e 17,40 t/ha. A mandioca “olho de urubu” quanto a matéria fresca não se observou diferença significativamente entre as épocas de cortes não adubada e adubada, com as seguintes produções 56,46 e 56,39 t/ha. A matéria seca teve a mesma tendência da matéria fresca onde se observa que a produção de matéria fresca, porém não havendo diferença significativa entre o tratamento não adubado e o adubado com uma produção média de 17,48 t/ha. As diferenças, com relação à produção de parte aérea, parecem estar condicionadas pela composição genética inerente a cada variedade, além de sofrerem influência de fatores ambientais, conforme relatam Lorenzi et al. (1988; 1990).

Quanto as épocas de corte da parte aérea foi submetida a cortes, não ocorreram diferenças significativas, quando comparadas a produção de matéria fresca total, entre os cortes sucessivos da parte aérea, com produção de 53,55 t/ha e as demais épocas de cortes em que a parte aérea das plantas, foi submetida a apenas um corte no mês de setembro, no mês de outubro e no mês de novembro e, principalmente em relação a testemunha, isto é, sem corte da parte aérea, com 39,56 t/ha. Não ocorreram diferenças significativas ocorreram ainda, quando comparado a época de corte da parte aérea no mês de novembro e entre as épocas de cortes da parte aérea no mês de outubro e no mês de setembro, com o representado pelos cortes sucessivos da parte aérea.

De uma forma geral verificou-se que as épocas de corte da parte aérea que foram expostos aos cortes sucessivos ou a uma única época de corte, tiveram maior produção de

matéria fresca total da parte aérea, ficando a menor produção para a testemunha. A menor produção da matéria fresca total deve-se ao fato do maior tempo de formação da arquitetura aérea, sofrendo inclusive os efeitos da exposição ao estresse hídrico, conforme pode ser observado na (Figura 1). A planta para minimizar esses efeitos, usa a abscisão, como um mecanismo de defesa, bem como, a própria senescência das folhas. Segundo algumas pesquisas, as folhas de mandioca, podem permanecer nas plantas entre 60 e 120 dias. De acordo com Taiz & Zeiger (2002), a queda das folhas é um tipo de senescência foliar sequencial, entrando as folhas nesse estágio, quando atingem uma determinada idade. Segundo Cock (1982) e Lorenzi & Dias (1993), a queda das folhas da espécie *Manihot esculenta* é um fenômeno natural e de ocorrência normal.

A matéria seca da parte aérea da mandioca, diferentemente da matéria fresca, apresentou na época de corte representada pelo único corte da parte aérea da planta, no mês de novembro, maior poder de converter os fotoassimilados em matéria seca, apresentando-se desta forma diferente das demais épocas de cortes com apenas um corte da parte aérea das plantas, com uma produção de 16,24 t/ha. Constatou-se também, que apesar do maior rendimento da época de corte dos cortes sucessivos na produção de matéria fresca total da parte aérea, a produção de matéria seca total da parte aérea, foi menor que os valores de produção total, no mês de outubro e no mês de novembro, com produções de 14,54 e 16,24 t/ha, isto ocorre pelo fato dos cortes sucessivos da parte aérea da planta, promover uma rebrota tenra, com maior conteúdo de umidade nas folhas, bem como, por ser curto o intervalo de tempo, entre um corte sucessivo e outro, para que a folhagem complete o seu ciclo nas plantas, tornando desta forma as folhas mais tenras.

A matéria fresca sob adubação orgânica não proporcionou diferença significativa entre as épocas de cortes adubadas e as não adubadas, com produções médias, respectivamente, de 47,70 e de 43,67 t/ha, com diferença de produção entre épocas de corte, proporcionado pela adubação orgânica de 4,07 t/ha, ou um incremento de 8,45% (Tabela 18). Para as épocas de cortes representadas por corte da parte aérea total das plantas de mandioca, verificou-se que um único corte no mês de novembro, com 51,48 t/ha e por cortes sucessivos, com 54,95 t/ha, foram superiores as épocas de cortes representadas por cortes da parte aérea no mês de setembro e no mês de outubro, com produções totais de parte aérea de 45,38 e 45,71 t/ha, sendo essas épocas de cortes diferentes estatisticamente da testemunha, com produção de 40,99 t/ha. Verificou-se ainda que as épocas de cortes submetidas a apenas um corte da parte aérea no mês de setembro, de outubro e de novembro, também apresentaram maiores produções de fitomassa fresca do que a testemunha.

Ainda na tabela 18, observa-se que a matéria seca de um modo geral, quando comparadas as épocas de cortes, não foi verificada diferença significativa entre as variedades de mandioca na ausência e presença da adubação orgânica, com diferença de produção de 0,14 t/ha, à exceção da testemunha que apresentou diferença significativa entre o adubado e não adubado. Entre as épocas de corte, representadas pelas épocas de cortes em que a parte aérea da mandioca foi cortada, no mês de setembro, no mês de outubro e no mês de novembro sob adubação orgânica, constatou-se diferença entre matéria seca total da parte aérea, para as épocas de cortes em outubro e em novembro, com produções de 17,06 e 15,73 t/ha, respectivamente, em relação às demais épocas de corte, que apresentaram em média produção total de 12,03 t/ha. De modo análogo, verificou-se para as épocas de cortes representadas pelas épocas de corte, na ausência da adubação, a época de corte no mês de novembro, não foi diferentemente das outras épocas de cortes com uma produção de 15,42 t/ha, enquanto as demais épocas de cortes, envolvendo também corte da parte aérea da planta, atingiram em média 12,10 t/ha. Entre as variedades de mandioca estudada a “branca” apesar de produções ligeiramente menores que da outra variedade, as diferenças não foram significativas. Porém, foi observado que a variedade “olho de urubu” teve um rendimento ligeiramente superior ao da mandioca “branca”, com produções totais de parte aérea de 47,14 e 44,24 t/ha, respectivamente.

A maior produção de matéria seca total da parte aérea ficou com a variedade “olho de urubu”, devendo este comportamento ser de caráter genético, já que ambas variedades foram expostas às mesmas condições de época de corte. Quanto aos cortes da parte aérea, para a mandioca “branca”, ocorreu diferença significativa entre todas as épocas de cortes em que a parte aérea, era cortada em diferentes épocas, com as seguintes produções 53,50, 47,51, 44,29, 41,75 e 34,15 t/ha, para as épocas de cortes representadas por cortes sucessivos, corte no mês de novembro, no mês de outubro, no mês de setembro e a testemunha, respectivamente.

Para a matéria seca da mandioca “branca” (Tabela 18), não houve diferença entre a época de corte da parte aérea no mês de novembro, com produção de 15,07 t/ha, em relação as demais épocas de cortes da parte aérea, e entre a época de corte no mês de outubro e aquele representado pelos cortes sucessivos da parte aérea, com as produções de 13,15 e 12,09 t/ha de matéria seca, respectivamente, bem como entre a época de corte da parte aérea no mês de setembro (11,38 t/ha) e a testemunha com produção de 8,36 t/ha.

Para a mandioca “olho de urubu”, na comparação das produções totais de matéria fresca, não ocorreu diferença entre os cortes sucessivos e o corte realizado no mês de novembro, que em média produziram 52,36 t/ha, com as outras épocas de cortes envolvendo

corte da parte aérea da mandioca, que apresentaram uma produção média de 43,65 t/ha. A maior produção de matéria fresca alcançada pela época de corte da parte aérea no mês de novembro deveu-se, provavelmente, à época do corte, seis meses após o plantio, onde as plantas já deveriam estar utilizando os mecanismos de adaptação à falta de água. Sabe-se que no período seco a abscisão é intensa, porém o corte da parte aérea deve ter ocorrido antes das plantas alcançarem este máximo de abscisão, onde as plantas desta época de corte formavam nova arquitetura foliar, utilizando-se das reservas das raízes tuberosas.

A matéria seca da mandioca “olho de urubu” (Tabela 18), comportou-se de forma diferenciada entre as épocas de cortes da parte aérea das plantas, onde a produção da época de corte em novembro, com maior produção (15,93 t/ha), porém não havendo diferença entre as épocas de cortes em que mandioca foi cortada. Verificou-se também, não haver diferença entre as épocas de cortes da testemunha e dos cortes sucessivos da parte aérea, com produção média de 13,53 e 12,53 t/ha, respectivamente, os quais não foram diferentes das épocas de cortes em setembro, com produção de 10,09 t/ha. Não houve diferença significativa na comparação da fitomassa fresca, entre todas as épocas de cortes adubadas, em que a parte aérea da mandioca foi submetida a corte, com produção total média de 48,21 t/ha, em relação ao não adubado, com 40,26 t/ha. As épocas de cortes da parte aérea das plantas, sob adubação orgânica, mostraram efeito do corte na produção de matéria fresca total. Como era de se esperar, o corte sucessivo proporcionou um maior rendimento de matéria fresca total, através do efeito cumulativo da fitomassa provenientes dos cortes, com uma produção de 60,22 t/ha, porém não sendo desta forma significativamente diferente das outras épocas de estudo. O corte do material vegetal (parte aérea), em setembro, em outubro e em novembro, tiveram produções semelhantes, com uma média de 48,16 t/ha. No entanto, esses resultados, não são diferentes da testemunha. Uma possível explicação para este comportamento é que com os cortes da parte aérea, tanto as hastes e as folhas foram submetidas a uma condição totalmente diferente daquela a que foi submetida à testemunha, sendo o ciclo das hastes e folhas alteradas, ou seja, com o corte da parte aérea, nova arquitetura foliar era formada, apresentando assim, uma maior capacidade de produção de forragem, o que não se observou para a testemunha, pois como não houve corte da parte aérea, as plantas de mandioca deste tratamento, foram submetidas a um maior estresse hídrico, entrando num processo de perda de folhas, bem como, é possível que as plantas de mandioca tenham atingido a fase de repouso fisiológico, prejudicando assim a produção de matéria fresca aérea.

No que se refere a matéria seca da mandioca “branca”, ainda na tabela 18, verifica-se que não houve diferença entre a matéria seca total das épocas de cortes adubadas em

comparação com as não adubadas, com produção média de 13,35 e 10,85 t/ha, respectivamente, apesar da época de corte com cortes sucessivos da parte aérea, apresentar uma elevada produção total de parte aérea fresca, estes valores não se confirmam em matéria seca, das 60,22 t/ha de matéria fresca, apenas 13,74 t/ha, foi o total de matéria seca, representando, assim, 22,82 % da matéria fresca, fato este devido a parte aérea proveniente da época de corte com cortes sucessivos apresentar maior conteúdo de água na sua composição, porém esta produção de matéria seca não diferiu da matéria seca das demais épocas de cortes representadas por corte da parte aérea realizado em setembro, em outubro e em novembro, que em média tiveram 13,50 t/ha de matéria seca. O corte da parte aérea realizada no mês de novembro apresentou maior poder de converter os fotoassimilados em matéria seca com 18,06 t/ha, enquanto que a testemunha teve uma produção de 8,17 t/ha. Essa maior produção de matéria seca obtido pelo corte realizado no mês de novembro deveu-se, provavelmente as hastes, nessa fase do desenvolvimento já tinha em sua constituição fisiológica grande reserva de matéria seca.

A matéria seca da mandioca “branca” não adubada, nas épocas de cortes com cortes no mês de outubro e no mês de novembro, apesar de não apresentarem diferença com as produções da época de corte em setembro e de cortes sucessivos, com uma produção média de 12,27 e 10,58 t/ha, respectivamente. Observou-se ainda que a testemunha, apresentou-se diferente das demais épocas de cortes da parte aérea da mandioca em diferentes épocas, com produção média de 8,54 t/ha. Porém, de forma geral, o manejo da cultura da mandioca submetida as épocas de cortes com único corte da parte aérea, teve influência positiva na produção de matéria seca da variedade “branca”.

A variedade “olho de urubu”, quanto as épocas de cortes da parte aérea foi submetida ao corte, teve maior produção de matéria fresca quando o corte foi realizado no mês de novembro, atingindo uma produção média de 53,14 t/ha, superando as demais épocas de cortes que tiveram uma produção média de 43,91, 43,60, 49,67 e 45,65 t/ha de matéria fresca total da parte aérea, para respectivamente, corte no mês de setembro, corte no mês de outubro, cortes sucessivos e da testemunha, havendo diferença entre as épocas de cortes representada pelos cortes sucessivos da parte aérea e aqueles representados pelos cortes, no mês de setembro, no mês de outubro e da testemunha.

No que concerne a matéria seca, ainda na tabela 18, foi verificada essa mesma tendência. No entanto, apesar da época de corte com cortes sucessivos apresentar uma elevada produção de folhagem, estes dados não se confirmam em matéria seca. Das 25,81 t/ha de matéria fresca, apenas 5,80 t/ha, é conseguida como matéria seca, representando, apenas

22,47% da matéria fresca. Mesma tendência foi constatada para a matéria seca das folhas, não havendo diferença significativa entre a produção de folhas da época de corte representada pelos cortes sucessivos e as demais épocas de cortes e, entre as épocas de cortes com corte da parte aérea no mês de setembro, no mês de outubro e no mês de novembro e a tratamento testemunha, com produções de 3,29, 3,16, 2,97 e 1,56 t/ha, respectivamente.

Para a matéria seca da mandioca “olho de urubu”, foi observado não haver diferença significativa entre as épocas de cortes, realizadas nos meses de outubro e de novembro com 17,63 e 16,05 t t/ha, os quais foram diferentes do corte realizado em setembro e corte sucessivo com 9,92 e 11,40 t/ha, respectivamente. Para as épocas de cortes não adubadas, o corte da parte aérea realizado em novembro, não apresentou diferença significativa em relação as épocas de cortes das demais épocas, precedidos dos resultados com as épocas de cortes realizado em outubro e com cortes sucessivos, com as respectivas produções 18,76, 14,23 e 14,46 t/ha. Verificou-se que a adubação juntamente com um corte da parte aérea da mandioca, possibilitou um maior rendimento da parte aérea, quando comparado a testemunha.

4.8. Produção de raízes

A análise dos dados referentes a fitomassa das raízes frescas não revelou efeito significativo para as épocas de cortes da parte aérea, ao nível de ($P < 0,01$). Em relação a produção de raízes seca, houve significância ao nível de 1% de probabilidade para as diferentes épocas de corte da parte aérea (Tabela 19).

Tabela 17. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes à produção das raízes frescas e secas das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios	
		Fresca	Seca
Bloco	3	67,066 ^{ns}	19,812 ^{ns}
Variedade(V)	1	167,129 ^{ns}	0,861 ^{ns}
Resíduo (a)	3	77,283045	11,522315
Adubação (A)	1	93,723 ^{ns}	24,134 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	105,240 ^{ns}	46,986**
V x A	1	7,039 ^{ns}	0,113 ^{ns}
V x C	4	58,342 ^{ns}	14,414 ^{ns}
A x C	4	7,286 ^{ns}	1,787 ^{ns}
V x A x C	4	20,337	4,560 ^{ns}
Resíduo (b)	54	78,271533	10,580503
C.V. da parcela (%)		34,99	44,62
C.V. da sub-parcela (%)		35,21	42,75

ns e ** = não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Os dados referentes à produção de raízes fresca e seca das duas variedades de mandioca estudadas, para as diferentes épocas de cortes, são apresentadas na tabela 20.

No que se refere aos cortes da parte aérea, para as épocas de cortes sem e com adubação, não houve diferença significativa, em comparação aos cortes sucessivos, enquanto que para os demais cortes da parte aérea das duas variedades de mandioca, de maneira geral, não houve diferença quanto à produção de raízes. Entretanto, verifica-se que o corte da parte aérea no mês de setembro em relação aos cortes da parte aérea em outubro e novembro, teve uma maior produção de raízes 25,48 t/ha, enquanto os cortes da parte aérea nos meses de outubro e novembro, tiveram em média 24,76 t/ha e para os cortes sucessivos da parte aérea, a cada três meses, a média de produção de raízes foi de 21,10 t/ha. Essa menor produção de raízes apresentada pelos cortes sucessivos da parte aérea deveu-se ao efeito da parte aérea que foi suprimida, nesse caso, a reserva das raízes tuberosas foram utilizadas para a produção de nova arquitetura aérea (hastes e folhas), havendo assim um grande gasto das reservas das raízes. De forma geral, observa-se inclusive, que as épocas de cortes submetidas a apenas um corte da parte aérea, também tiveram uma menor produção de raízes em comparação a época de corte que não teve sua parte aérea submetida a corte, corroborando com Andrade et al. (2007), que trabalhando com o efeito do corte sobre características agrônômicas da mandioca em Vitória da Conquista – BA, obtiveram resultados semelhantes.

Tabela 20. Produção de matéria fresca e seca de raízes das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita.

Cortes da parte aérea	Mandioca Branca				Mandioca Olho de urubu			
	Não adubado		Adubado		Não adubado		Adubado	
	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca	Fresca	Seca
	----- t/ha -----							
1	26,03 a A α	8,76 a A α	27,08 a A α	8,44 a A α	28,27 a A α	6,81 a A α	20,52 a A α	8,60 a A α
2	26,43 a A α	8,12 a A α	25,01 a A α	7,83 a A α	22,96 a A α	7,14 a A α	22,99 a A α	7,97 a A α
3	29,62 a A α	10,22 a A α	27,53 a A α	7,93 a A α	21,98 a A α	6,80 a A α	22,69 a A α	9,07 a A α
4	26,10 a A α	6,15 a A α	23,43 a A α	4,27 a A α	20,08 a A α	4,28 a A α	16,80 a A α	5,21 a A α
5	28,60 a A α	8,24 a A α	25,88 a A α	7,16 a A α	32,00 a A α	9,92 a A α	28,50 a A α	7,70 a A α
Média	27,36	8,30	25,79	7,13	25,06	6,99	22,30	7,71

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Quanto à matéria seca das raízes para as duas variedades de mandioca, na ausência e presença de adubação, verifica-se a não constatação de diferença significativa entre as épocas de cortes em que se sucederam os cortes da parte aérea em setembro (8,59 t/ha), em outubro (8,34 t/ha), e em novembro (8,01 t/ha). No entanto, na época de corte com cortes sucessivos da parte aérea da cultura, com valor de produção de matéria seca de raízes de mandioca de 4,74 t/ha, não apresentou diferença significativa quando comparado com as demais épocas de cortes da parte aérea da cultura. Essa menor produção de matéria seca das raízes dos cortes sucessivos deveu-se aos diversos cortes da parte aérea, onde os fotoassimilados armazenados nas raízes tuberosas eram requeridos pela planta de mandioca para a produção de nova fitomassa aérea, reduzindo assim a produção de raízes.

Com relação à adubação utilizada na cultura, verifica-se na comparação das épocas de cortes empregadas, que não houve diferença significativa entre a época de corte com cortes sucessivos da parte aérea das duas variedades de mandioca e as demais épocas de cortes, onde o corte da parte aérea em setembro, teve uma produção de raízes de 23,80 t/ha, e o corte do mês de outubro, com produção de 24,00 t/ha, no mês de novembro de 24,56 t/ha e a testemunha com 27,19 t/ha. No entanto, observa-se que a época de corte com cortes sucessivos da parte aérea das duas variedades da mandioca, a produção de raízes foi diferente, com uma produção média de 19,12 t/ha.

A matéria fresca de raízes não adubada correspondente a época de corte da parte aérea em setembro das duas variedades de mandioca, apresentou a maior produção com 27,15 t/ha, quando comparado as épocas de cortes em que a parte aérea foi cortada uma só vez, sendo seguida do corte da parte aérea em novembro com 25,80 t/ha, do corte da parte aérea em outubro com 24,70 t ha⁻¹ e dos cortes sucessivos a cada três meses, com 23,09 t/ha, àquele com menor produção, no entanto, as produções destas épocas de corte não diferenciaram entre si. Quando se compara estas produções com a testemunha (sem corte da parte aérea), com 30,30 t/ha as épocas de cortes da parte aérea das duas variedades de mandioca, não há diferença significativa de produção de raízes frescas, não havendo também diferenças significativas, quando se compara as produções de raízes frescas das duas variedades de mandioca submetida a época de corte com apenas um corte da parte aérea com o corte sucessivo da parte aérea a cada três meses (23,09 t/ha).

Quanto à matéria seca de raízes para as épocas de cortes adubadas, verifica-se que não houve diferença significativa entre as épocas de cortes submetidas a corte da parte aérea nos meses de setembro, outubro e novembro e da testemunha, com 7,63, 9,10, 7,33, 8,54 t/ha, respectivamente, porém sendo diferentemente das produções de raízes secas das duas

variedades, do corte sucessivo a cada três meses, com 4,28 t/ha. Nas épocas de cortes sem adubação, observou-se a mesma tendência dos que receberam adubação, onde as épocas de corte submetidos a apenas um corte da parte aérea, não apresentaram diferenças significativas entre si, com as produções sucessivas de 9,56, 7,59 e 8,66 t/ha, não sendo essas produções de matéria seca de raízes diferentes das produções do corte sucessivo, a cada três meses, com 5,21 t/ha. Observou-se ainda que não ocorreram diferenças significativas, entre a matéria seca das raízes das variedades de mandioca sob as épocas de cortes com e sem adubação e entre épocas de corte da parte aérea, no entanto a produção de raízes secas de mandioca não adubada foi superior àquela das épocas de corte adubadas. Esses dados diferem dos encontrados por Moura & Costa (2001), onde o efeito da frequência e altura de corte diminuiram o teor de matéria seca das raízes.

As variedades de mandioca submetidas as épocas de cortes do ensaio, mostram que a variedade “olho de urubu” apresentou uma maior produção de matéria fresca de raízes com 26,26 t ha⁻¹, superando a variedade mandioca “branca” com produção média de 23,68 t/ha e uma diferença de 2,58 t/ha de raízes de mandioca, porém essa diferença não foi significativa (Tabela 20). No que concerne a matéria seca, há uma mesma tendência de produção de matéria seca de raízes. Este comportamento ocorre devido às características genéticas da planta, além das condições de clima e solo, já que as duas variedades de mandioca foram submetidas às mesmas condições de tratamentos. Além dos fatores genéticos, a produtividade de uma cultura depende das condições edafoclimáticas, particularmente da radiação solar. Essas relações de conformidade com o potencial genético manifestam-se por meio de processos fisiológicos (Conceição et al., 2004).

A variedade mandioca “branca” quanto à época de corte apresentou maior produção de raízes (matéria fresca) na época de corte da parte aérea no mês de novembro, com produção de 28,03 t/ha, seguido pelas épocas de cortes no mês de setembro, com 26,56 t/ha e corte no mês de outubro com 25,72 t/ha, porém essas diferenças não foram significativas, quando comparadas a testemunha com 27,24 t/ha. Entretanto essas épocas de cortes diferiram significativamente, dos cortes sucessivos da parte aérea da mandioca Branca”, a cada três meses, que apresentou produtividade de raízes frescas de 23,77 t/ha.

Com relação à matéria seca das raízes da variedade mandioca “branca”, também, da mesma forma que ocorreu com a matéria fresca das raízes da mandioca, não ocorreram diferenças significativas entre a produção de raízes das épocas de corte submetidos nos meses de setembro, outubro e novembro e da testemunha, que apresentaram, respectivamente produções de 8,60, 7,98, 9,08 e 7,70 t/ha. Da mesma forma que a produção de matéria fresca

de raízes, não ocorreram diferenças significativas ocorreram entre as épocas de cortes submetidas à apenas um corte da parte aérea e da testemunha, com aquele representado pelo corte sucessivo da parte aérea, com produção de 5,21 t/ha.

Já com a variedade mandioca “olho de urubu”, não ocorreram diferenças significativas entre as época de corte com um único corte da parte aérea (meses de setembro, outubro e novembro), com produções de 24,40, 22,98 e 22,34 t/ha, respectivamente, não havendo diferença entre essas épocas de corte com o corte sucessivo da parte aérea a cada três meses, com 18,44 t/ha e da testemunha, com 30,25 t/ha (Tabela 20), sendo que a testemunha diferiu de todas as épocas de corte. Comportamento idêntico observa-se para a matéria seca das raízes dessa variedade, onde valor para a testemunha com produção de 10,62 t/ha, diferiu da produção das épocas de cortes com apenas um corte da parte aérea (meses de setembro, outubro e novembro) com produção de 8,59, 8,71 e 6,95 t/ha, respectivamente, porém estes valores superaram e foram diferentes significativamente do corte sucessivo da parte aérea, com 4,27 t/ha de matéria seca de raízes.

No que se refere a mandioca “branca” adubada, não houve diferença significativa entre as épocas de cortes que foram submetidas a apenas um corte da parte aérea, que apresentaram produções de 27,08, 25,01, 26,43 t/ha e a testemunha, com produção de 25,88 t/ha de matéria fresca de raízes, sendo estas produções de raízes diferentes significativamente, daquela obtida com o corte sucessivo da parte aérea, com 21,43 t/ha. Quanto à produção de raízes frescas não adubadas, não ocorreu diferença significativa entre as épocas de cortes com o corte da parte aérea da mandioca no mês de setembro e no mês de outubro e da testemunha, com aquela produção obtida com as épocas de cortes da parte aérea no mês de novembro e da testemunha.

A matéria seca de raízes da variedade mandioca “branca” adubada, verifica-se que não houve diferença significativa entre o corte sucessivo da parte aérea (4,27 t/ha) e as demais épocas de cortes com uma produção de raízes de (8,44, 7,83, 7,93 e 7,16 t/ha), respectivamente, para as épocas de cortes em (setembro, outubro e novembro) e para a testemunha. Observa-se ainda, que a maior produção de raízes secas, foi obtida com a época de corte da parte aérea no mês de setembro. Semelhança foi constatada também quanto à matéria seca da mandioca “branca” não adubada, onde os cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses apresentou uma produção de 6,15 t/ha, sendo esta produção diferente daquelas obtidas nas demais épocas de cortes.

Analisando as diferentes épocas de cortes, comparando-se a produção de raízes secas de mandioca, quando na ausência e na presença de adubação, verifica-se que a maior

produção de raízes seca foi para a época de corte não adubada. Isto deveu-se provavelmente ao fato da adubação orgânica ter os maiores benefícios para a cultura da mandioca, para a produção de fitomassa aérea, face essa prática ter contribuído para elevar o teor de nitrogênio do solo, o que segundo Lorenzi & Dias (1993), pode explicar o fato, uma vez que a cultura da mandioca é não responsiva à quantidade aplicada de nitrogênio. O contínuo suprimento de nitrogênio para cultura da mandioca, resulta numa baixa relação ácido abscísico e giberelinas, ocorrendo uma inibição no crescimento dos tubérculos.

Quanto a variedade “olho de urubu”, a produção de matéria fresca das épocas de cortes sem adubação, superou a produção das épocas de cortes que receberam adubação, apesar de não haver diferença significativa. Isto provavelmente, deveu-se a fatores genéticos desta variedade, já que no geral, a produção de raízes frescas foi de 25,06 t/ha e 22,30 t/ha, para as épocas de cortes sem e com adubação, respectivamente.

Analisando a matéria seca de raízes de mandioca adubada (tabela 20) para a variedade “olho de urubu”, constata-se que não houve diferenças em produção, para o corte da parte aérea no mês de outubro e a testemunha, com 10,36 e 9,92 t/ha, respectivamente, superando as demais épocas de cortes. Para a época de corte não adubada, não houve diferença entre as épocas de cortes (corte da parte aérea no mês de setembro e o sem corte da parte aérea), com 10,36 e 11,31 t/ha, respectivamente, diferindo estes das épocas de corte da mandioca nos meses de outubro e novembro, com 7,05 e 7,09 t/ha. Entretanto, não ocorrendo diferenças significativas entre todas as épocas de cortes quando comparados com a época de corte representada por cortes sucessivos da parte aérea, a cada três meses, com produção de 4,26 t/ha. Verificou-se ainda, não haver diferença significativa entre as épocas de cortes com e sem adubação na produção de raízes secas.

As produções de raízes de mandioca “branca” e “olho de urubu” foram em 26,26 e 23,68 t/ha, sendo estas bem acima da média nacional, que segundo o IBGE (2005) é de 13,61 t/ha, da média nordestina de 10,85 t/ha e da média paraibana de 9,12 t/ha. No entanto, os valores de produção desta pesquisa foram abaixo dos obtidos por Chagas (2003), com 32,99 t/ha, em trabalho realizado na mesma área experimental, porém com adubação mineral. Todavia, foram superiores a produção obtida por Diniz Neto (2001), que também trabalhando na mesma área experimental, com quatro variedades de mandioca conseguiu uma produção média de 19,66 t/ha. Em pesquisa realizada por Sagrilo (2001), em Araruna-PR, trabalhando com produtividade de três variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita no segundo ciclo vegetativo obteve uma produção média de 27,55 t/ha. Diniz et al. (2009) trabalhando com quatro variedades de mandioca em Guaratinga - BA, obtiveram uma

produção de 25,20 t/ha. Devides et al. (2009), trabalhando com produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico, em Seropédica-RJ, obtiveram uma produção de 31,40 t/ha. Archangelo et al., (2007) em trabalho realizado no município de Palmas - TO, avaliando a dinâmica de variedades de cinco variedades de mandioca obtiveram uma produção média de matéria seca 36,46 t/ha.

Já as produções de raízes secas das variedades mandioca “branca” e mandioca “olho de urubu”, foram em média 7,71 e 7,82 t/ha, sendo esta idêntica a encontrada por Cavalcante (2005), trabalhando na região do Brejo Paraibano, no município de Areia - PB, com 7,49 t/ha. Resultados superiores de produção de matéria seca, foi encontrado por Chagas (2003), trabalhando na mesma área experimental, com produção de 9,98 t/ha e por Archangelo et al. (2007), que em Palmas – TO, obteve uma produção média de matéria seca de 12,3 t/ha. Por outro lado, os dados desta pesquisa foram superiores aos encontrados por Costa et al. (2007), trabalhando com regimes de cortes da parte aérea em variedades de mandioca nas condições climáticas de Porto Velho - RO.

4.9. Características morfológicas das raízes

4.9.1. Número de raízes tuberosas

A análise de variância para número, comprimento e diâmetro das raízes das variedades de mandioca avaliadas, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea apresentada na Tabela 21. Verifica-se que para as variedades de mandiocas houve diferença significativa ao nível de ($P < 0,05$), e houve diferença significativa a 1% para a adubação orgânica. Em relação ao diâmetro das raízes houve diferença ao nível de ($P < 0,01$) para as diferentes épocas de corte da parte aérea de mandioca.

Tabela 18. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes ao número, comprimento e diâmetro das raízes das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		Nº raízes	Comprimento	Diâmetro
Bloco	3	6,071 ^{ns}	13,246 ^{ns}	7,529 ^{ns}
Variedade (V)	1	5,875 ^{ns}	71,178*	42,881 ^{ns}
Resíduo (a)	3	19,638963	2,855102	57,399595
Adubação (A)	1	3,881 ^{ns}	159,669**	44,506 ^{ns}
Cortes da parte aérea (C)	4	1,690 ^{ns}	2,587 ^{ns}	50,092**
V x A	1	2,578 ^{ns}	2,346 ^{ns}	0,00001 ^{ns}
V x C	4	1,079 ^{ns}	4,308 ^{ns}	16,924 ^{ns}
A x C	4	2,542 ^{ns}	8,886 ^{ns}	11,377 ^{ns}
V x A x C	4	0,766 ^{ns}	3,408 ^{ns}	9,874 ^{ns}
Resíduo (b)	54	3,219537	7,760710	14,081731
C.V. da parcela (%)		52,52	7,81	26,38
C.V. da sub-parcela (%)		21,27	12,88	13,07

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Com relação ao número de raízes tuberosas verifica-se que não houve diferença entre as variedades, mandioca “branca” e a “olho de urubu”, porém observa-se um maior número de raízes tuberosas para a variedade “olho de urubu” (Tabela 22).

Quanto ao efeito da adubação orgânica, constata-se que não houve diferença significativa entre as variedades pesquisadas, onde a variedade de mandioca “branca” teve um número médio de raízes de 8,22 por planta, enquanto a mandioca “olho de urubu” obteve 8,50 raízes por planta. No que concerne a variedade de mandioca “branca”, não adubada e adubada, também não se constata diferença, apesar da época de corte adubada ser ligeiramente superior ao não adubado. Comportamento semelhante é para a variedade “olho de urubu”, onde a época de corte adubada teve em média 8,75 raízes por planta enquanto a época de corte não adubada obteve um número médio de raízes por planta de 8,67.

Uma vez definido o número de raízes tuberosas por planta, o que ocorre no início do desenvolvimento das plantas, até os 120 dap aproximadamente, esse não se altera mais mantendo-se constante até a colheita (Figura 1), não ocorrendo a diferenciação de novas raízes após este período (Lorenzi, 2003). O número de raízes tuberosas depende principalmente, das condições ambientais no início do desenvolvimento das plantas (primeiros 3 a 4 meses), que ao serem favoráveis, proporcionam a diferenciação de um maior número de raízes tuberosas (Aguiar, 2003). Bons rendimentos por unidade de área estão

relacionados com a massa média de raízes, não sendo influenciado de forma clara pelo número de raízes (Takahashi & Guerini, 1998). Leonel Neto (1983), trabalhando com diferentes espaçamentos com duas variedades de mandioca em Felixlândia - MG, constatou que em espaçamentos menores, o número de raízes foi inferior aos tratamentos com espaçamentos mais abertos.

Tabela 19. Número médio de raízes das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita

Cortes da parte aérea	Mandioca Branca		Mandioca Olho de urubu	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- N ^o raízes -----			
1	8,50 a A α	8,42 a A α	9,75 a A α	7,92 a A α
2	7,17 a A α	8,00 a A α	8,25 a A α	9,42 a A α
3	7,83 a A α	8,75 a A α	8,50 a A α	9,08 a A α
4	8,50 a A α	9,25 a A α	8,50 a A α	8,92 a A α
5	6,83 a A α	8,42 a A α	8,33 a A α	8,42 a A α
Média	7,77	8,27	8,67	8,75

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Segundo Radhakrishnan & Gopakumar (1984), o número de raízes tuberosas por planta é um fator que deve ser considerado na identificação de genótipos mais produtivos, baseado na correlação positiva que os autores encontraram entre esta característica e a produção de raízes tuberosas. Leonel Neto (1983), trabalhando com diferentes espaçamentos com duas variedades de mandioca em Felixlândia-MG, constatou que em espaçamentos menores, o número de raízes foi inferior aos tratamentos com espaçamentos mais abertos.

Em relação às épocas de corte, de um modo geral o número de raízes por planta, foi de 8,36. Número de raízes adequado para uma planta de mandioca, já que segundo Cock et al., (1979) e Ceballos & Cruz (2007), a planta de mandioca possui em média 9 raízes tuberosas. No entanto, Conceição (1979) afirma que o número de raízes por planta depende de cada variedade. Cavalcanti (1985) relata que o número de raízes de mandioca permanece estável, independente da época de colheita, concluindo que esse parâmetro é fixado logo no início do desenvolvimento da planta. Segundo Lorenzi & Dias (1993), o número de raízes para armazenar amido é influenciado pelo ambiente e disponibilidade de carboidratos, na fase inicial de desenvolvimento da cultura, como também é influenciada pelo genótipo.

Essa produção de raízes foi semelhante a encontrada por Alves et al., (2009) trabalhando nas condições climáticas de Petrolina-PE, com 35 variedades de mandioca na presença e ausência de irrigação obtiveram um número médio de raiz de 8,37 e 5,43 raízes por planta, respectivamente. Cavalcante (2005) trabalhando nas condições climáticas de Areia-PB, obteve um número médio de 7,7 raízes por planta. Sagrilo (2001) em trabalho realizado no município de Araruna-PR, obteve números de raízes de mandioca inferior ao desta pesquisa, com média de 7,43 raízes/planta, com três variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita. Apesar de iniciar a deposição de amido nos primeiros 20 dias Figura 1, este processo ocorre de forma mais acelerada a partir do segundo mês, acentua-se no quinto mês, no entanto é entre o 2º e 3º mês após o plantio que se diferenciam as raízes que serão de reserva de amido (Ternes, 2002), nesta fase o número de raízes tuberosas já está definida geneticamente, não havendo a influência do corte da parte aérea. Andrade (1989) encontrou diferenças significativas no número de raízes em diferentes épocas de colheita, observando, ainda, que o período na qual este número foi maior, variou em função da variedade. Leonel Neto (1983) encontrou maior número de raízes tuberosas na primeira colheita, realizada aos 6 meses e redução deste número nas colheitas subsequentes, em função de perdas por podridão fisiológica, das raízes, as quais são mais acentuadas em determinadas variedades. Lorenzi & Dias (1993), afirmam que embora o número de raízes que se diferencia para armazenar amido seja extremamente influenciado pelo ambiente e pela disponibilidade de carboidratos, na fase inicial de desenvolvimento da planta, é dependente também do genótipo.

Em relação a adubação orgânica não houve diferença, no entanto verifica-se que a adubação proporcionou um de raízes com 8,50, enquanto o não adubado teve em média de 8,22 raízes por planta. Como verificado nas Tabelas 14 e 16, o maior efeito da adubação orgânica, foi para a produção da parte aérea. Em relação a mandioca “branca” submetida à adubação orgânica, como para a variedade mandioca “olho de urubu”, não houve diferença entre as épocas de cortes adubadas, para ambas as variedades, no entanto, um corte da parte aérea, proporcionou maior número de raízes a testemunha, apesar de não haver diferença significante entre as épocas de cortes.

4.10. Comprimento das raízes tuberosas

O comprimento das raízes de mandioca não diferiram entre si para as variedades de mandioca estudadas, onde a mandioca “branca”, teve maior comprimento das raízes em relação a mandioca “olho de urubu”, com 22,74 e 20,69 cm de comprimento das raízes, tabela

23. Quanto ao efeito da adubação orgânica, também houve diferença significativa entre as épocas de corte da parte aérea avaliadas, onde a época de corte não adubada obteve um maior comprimento das raízes com 23,04 cm, enquanto o comprimento médio das raízes adubadas foi de 20,38 cm.

Tabela 20. Comprimento médio das raízes frescas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”		Mandioca “olho de urubu”	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- cm -----			
1	24,40 a A α	22,21 a A α	20,69 a A α	18,87 a A α
2	23,60 a A α	20,07 a A α	23,68 a A α	16,81 a A α
3	24,04 a A α	21,91 a A α	21,82 a A α	19,95 a A α
4	23,53 a A α	21,06 a A α	22,96 a A α	18,69 a A α
5	23,50 a A α	21,39 a A α	22,20 a A α	21,20 a A α
Média	23,81	21,33	22,27	19,10

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

No que concerne a variedade mandioca “branca”, não adubada e adubada, não se constata diferença, bem como entre as épocas de corte, porém verifica-se que a época de corte não adubada teve maior comprimento das raízes, em relação a época de corte adubada, tendo comportamento semelhante a variedade “olho de urubu”, onde a época de corte não adubada teve em média um comprimento médio de raízes de 22,81 mm e o adubado 19,10 cm. Como verificado nas tabelas 14 e 16, o maior benefício da adubação orgânica nesta pesquisa foi para a produção de fitomassa aérea, não sendo observado maiores contribuições da adubação orgânica para as raízes.

Em relação às épocas de corte, de um modo geral o comprimento médio das raízes foi de 21,71 cm, porém, não havendo diferença significativa entre as épocas de corte. Em relação à adubação não houve diferença entre as épocas de corte da parte aérea para as épocas de cortes não adubadas e adubadas, porém verifica-se que as épocas de cortes não adubadas tiveram em média maior comprimento de raízes tuberosas de 23,04 cm, enquanto as raízes das épocas de cortes adubadas tiveram em média comprimento de 20,38 cm.

Em relação a mandioca “branca” não adubada e adubada, respectivamente, não houve diferença entre as épocas de cortes, porém verifica-se que o comprimento das raízes

das épocas de cortes não adubadas foram ligeiramente superiores aos comprimentos das raízes adubadas. A mandioca “olho de urubu” teve um comportamento idêntico ao da mandioca “branca”, não havendo diferenças entre as épocas de cortes, bem como entre as épocas de cortes não adubadas e adubadas, mais uma vez evidenciando a influência da adubação orgânica na produção de fitomassa aérea.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato do comprimento das raízes ser atingido entre os 84 e 95 dias após o plantio (Cavalcanti, 1985), evidenciando que para a cultura da mandioca, o mais importante não é o tamanho da raiz isoladamente, mas sim o conjunto diâmetro e comprimento de raiz, já que o diâmetro vai definir a massa específica bem como a quantidade de fotoassimilados armazenados das raízes.

Cavalcante (2005), no município de Areia-PB, obteve um comprimento médio de raízes de 21,70 cm, sendo semelhante aos encontrados neste trabalho, vale ressaltar que apesar do comprimento desses dois trabalhos, o grande diferencial na produção de raízes foi o diâmetro, mostrando mais uma vez que o diâmetro das raízes tuberosas de mandioca é mais importante, em relação ao comprimento das raízes. Dados semelhantes foram encontrados por Albuquerque et al., (2009), trabalhando com características agrobotânicas de raízes de mandioca em fileiras simples e duplas consorciada com feijão comum, em Coimbra-MG, obtiveram uma média de comprimento de raízes de 22,63 cm.

4.11. Diâmetro das raízes tuberosas

O diâmetro das raízes de mandioca entre as variedades diferiram entre si, porém verifica-se que a mandioca “branca”, foi ligeiramente superior a mandioca “olho de urubu”, com 29,69 e 27,99 mm de diâmetro das raízes (Tabela 24).

Quanto à adubação orgânica, não houve diferença significativa entre as épocas de cortes avaliadas, onde a época de corte não adubada obteve um diâmetro médio de raízes de 29,46 mm, enquanto as épocas de cortes adubadas tiveram em média 28,21 mm de diâmetro de raízes.

No que concerne a variedade de mandioca “branca”, não adubada e adubada, não se constata diferença, no entanto a época de corte não adubada foi ligeiramente superior ao adubado, comportamento semelhante observa-se para a variedade “olho de urubu”, onde a época de corte não adubada teve em média um diâmetro de raízes de 28,73 mm e o adubado 27,24 mm. Como verificado nas tabelas 14, 16 e 18, o maior benefício da adubação orgânica

nesta pesquisa foi para a produção de fitomassa aérea, não sendo observado maiores contribuições da adubação orgânica para as raízes.

Tabela 21. Diâmetro médio das raízes frescas das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita

Cortes da parte aérea	Mandioca Branca		Mandioca Olho de urubu	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- mm -----			
1	26,83 a A α	29,82 a A α	29,72 a A α	28,42 a A α
2	31,35 a A α	28,94 a A α	28,12 a A α	24,34 a A α
3	31,29 a A α	28,94 a A α	26,44 a A α	28,18 a A α
4	28,59 a A α	26,40 a A α	26,69 a A α	24,49 a A α
5	32,93 a A α	29,44 a A α	32,70 a A α	30,78 a A α
Média	30,20	28,71	28,73	27,24

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Em relação às épocas de corte, de um modo geral o diâmetro médio das raízes foram de 28,84, porém havendo diferença significativa entre as épocas de corte, entre a testemunha e as demais épocas de corte, bem como entre os cortes realizados em setembro, outubro e novembro e o corte sucessivo, com diâmetros médios de 28,73 para as épocas de cortes, e 28,73 diâmetro das raízes para o corte sucessivo. O maior diâmetro das raízes tuberosas na testemunha deve-se provavelmente a condição, da ausência do corte da parte aérea, onde o corte da parte aérea, as plantas utilizaram as reservas das raízes para a formação de nova arquitetura aérea, onde são originadas novas hastes, geralmente mais que duas novas ramas, bem como outra folhagem. Com o início das brotações, as raízes fornecem grande parte dos carboidratos necessários para a emissão das novas folhas, onde as raízes apresentam uma acentuada diminuição na matéria seca. Essas informações corroboram aos resultados obtidos por Aguiar (2003), em trabalho realizado no município de Assis-SP. Sarmento (1997) informa que o aumento da produção de raízes tuberosas de mandioca, decorre do maior diâmetro das raízes, em relação ao comprimento da raiz. Desta forma, o diâmetro das raízes de mandioca surge como o responsável pelo peso das raízes tuberosas.

Em relação à adubação orgânica não houve diferença, no entanto verifica-se que as épocas de cortes não adubadas tiveram um maior diâmetro das raízes com 29,46, enquanto o não adubado teve em média de 28,21 mm de diâmetro nas raízes. No entanto, houve diferença significativa da testemunha em relação às demais épocas de corte, como também entre os

cortes da parte aérea realizado em setembro, outubro e novembro, com o corte sucessivo da parte aérea, tabela 24. Em relação a mandioca “branca” submetida a adubação orgânica, tiveram menor diâmetro de raízes, principalmente para cortes realizados em setembro, outubro, corte sucessivo e testemunha, tendo comportamento idêntico a variedade “olho de urubu”, onde os cortes realizados em setembro, outubro, corte sucessivo e testemunha tiveram maiores diâmetros de raízes nas épocas de cortes não adubadas, mais uma vez evidenciando a influência da adubação orgânica na produção de fitomassa aérea.

Trabalho realizado por Williams (1972), são demonstradas relações entre a massa média e o diâmetro de raízes, de forma que quanto maior o diâmetro das raízes, maiores os rendimentos de raízes por planta e conseqüentemente por área plantada. Raízes comerciais de mandioca, com maiores diâmetros são perfeitamente desejáveis, pois estas, proporcionam maiores rendimentos de raízes comerciais por unidade de área plantada, com maiores pesos e teores de amido (Aguiar, 2003). Devido à grande variação no comprimento de raízes comerciais de mandioca o fator mais importante na classificação destas, é o diâmetro das raízes produzidas (Aguiar, 2003).

Os diâmetros de raízes encontrados nesta pesquisa foram inferiores aos obtidos por Albuquerque et al., (2009), que trabalho realizado no município de Coimbra-MG, em sistema de consórcio com feijão, obtiveram um diâmetro médio de 52,55 mm. Aguiar (2003), trabalhando no município de Assis-SP com diferentes densidades população de mandioca e épocas de colheitas obteve diâmetro médio de 38,83 mm, sendo este diâmetro superior ao encontrado nesta pesquisa. Porém, sendo superiores aos encontrados por Cavalcante (2005), em trabalho realizado no município de Areia-PB, em consórcio de mandioca com feijão comum, obteve um diâmetro médio de 27,30 mm. Esses dados também diferem dos encontrados por Beltrão et al., (2008), que em trabalho realizado no município de Araguatins-TO, com quatro variedades de mandioca encontraram um diâmetro médio de raízes de 44,00 mm.

4.12. Índice de colheita

A análise dos dados referentes ao índice de colheita revelou efeito significativo para a adubação orgânica da mandioca ($P < 0,01$), bem como para as diferentes épocas de corte ($P < 0,05$) Tabela 25.

Tabela 22. Análise de variância (quadrados médios) dos dados referentes ao índice de colheita das variedades de mandioca

Fontes de variação	GL	Quadrados médios Índice colheita
Bloco	3	325,660 ^{ns}
Variedade (V)	1	141,831 ^{ns}
Resíduo (a)	3	168,15742
Adubação (A)	1	577,705**
Cortes da parte aérea (C)	4	611,453 **
V x A	1	27,472 ^{ns}
V x C	4	24,896 ^{ns}
A x C	4	19,537 ^{ns}
V x A x C	4	88,256 ^{ns}
Resíduo (b)	54	60,435813
C.V. da parcela (%)		42,01
C.V. da sub-parcela (%)		25,18

ns, * e ** = não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

De uma forma geral observa-se que o índice de colheita para a cultura da mandioca entre as variedades, não diferiram entre si, porém verifica-se que a mandioca “branca”, foi ligeiramente superior a mandioca “olho de urubu”, com índices de colheita de 0,33 e 0,30%, respectivamente, Tabela 26.

Quanto ao efeito da adubação orgânica, constata-se que também não houve diferença significativa entre as variedades de mandioca pesquisadas, onde a variedade de mandioca “branca” teve um maior índice de colheita 0,33%, enquanto a mandioca “Oho de Urubu” obteve um índice de colheita de 0,29%.

No que concerne a variedade de mandioca “branca”, não adubada e adubada, também não se constata diferença, apesar da época de corte adubada com um índice de colheita 0,35% ser ligeiramente superior ao não adubado 0,30%. A variedade “olho de urubu”, a época de corte adubada teve em média um índice de colheita de 0,28%, enquanto a época de corte não adubada obteve um índice de colheita de 0,31%, sendo esta tendência de índice de colheita diferente da mandioca “branca”, isto deve-se provavelmente a fatores genéticos da planta, já que os tratamentos foram submetidos a uma mesma condição.

Em relação as épocas de corte, de uma forma geral houve diferença entre a época de corte com corte sucessivo e o corte realizado nos meses de setembro, outubro e a testemunha, em relação ao corte realizado no mês de novembro a qual apresentou um índice de colheita de 0,27%, enquanto as demais épocas de corte teve um índice de colheita médio de 0,33%, fato

este devido que no corte realizado em novembro, a mandioca como mecanismo de defesa contra o estresse hídrico, entram em subcaducifolia, que no caso do corte realizado no mês de novembro, as folhas das plantas eram então desprendidas das plantas.

Tabela 23. Índice de colheita das variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, submetidas as diferentes épocas de corte da parte aérea, por ocasião da colheita

Cortes da parte aérea	Mandioca “branca”		Mandioca “Olho de urubu	
	Não adubado	Adubado	Não adubado	Adubado
	----- % -----			
1	38,75 a A α	34,78 a A α	41,55 a A α	33,77 a A α
2	30,38 a A α	29,86 a A α	28,60 ab A α	25,14 a A α
3	37,19 a A α	26,11 a A α	25,98 ab A α	26,03 a A α
4	30,85 a A α	18,61 a A α	20,07 b A α	21,66 a A α
5	40,20 a A α	35,27 a A α	42,00 a A α	30,58 a A α
Média	35,47	28,93	31,64	27,44

* Legenda: 1- corte da parte aérea em setembro; 2 – corte da parte aérea em outubro; 3- corte da parte aérea em novembro; 4- cortes sucessivos a cada três meses, a partir de setembro; 5- sem corte da parte aérea. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, maiúscula (adubação em variedade e época de corte) e grega (variedade em adubação e época de corte) na linha não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Verifica-se ainda na tabela 26, que o índice de colheita da testemunha apesar de ter médias superiores as demais épocas de cortes não diferiu das demais épocas de corte, evidenciando assim que o não corte da parte aérea a partir deste período há um aumento do índice de colheita, contribuído ainda mais para o aumento do índice de colheita, em função da derrubada das folhas e pecíolos aumentando a massa proporcional de raízes, e, ainda pela a translocação dos açúcares para as raízes.

Em relação a mandioca “branca” não adubada, com corte sucessivo teve um índice de colheita de 0,23%. Mesma tendência de índice de colheita verifica-se para a variedade de mandioca “olho de urubu”, desta forma, é possível inferir que esses menores índices de colheita da época de corte com corte sucessivo, é devido aos cortes da parte aérea que essa época de corte foi submetida, fazendo com que as reservas de fotoassimilados das raízes tuberosas fossem direcionados para a formação de uma nova arquitetura aérea, reduzindo assim a massa específica das raízes de mandioca, pelo favorecimento da parte aérea, onde a maior parte aérea, reduz o índice de colheita. Confirmando, que a maior contribuição da adubação orgânica foi para a produção de fitomassa aérea, como verificado nas tabelas 14, 16 e 18, não sendo observado maiores contribuições da adubação orgânica para as raízes.

Segundo Conceição (1983), o índice de colheita relação entre massa das raízes e massa total da planta, é considerado adequado quando este é acima de 60%, neste sentido, constata-se que os percentuais de índice de colheita, obtidos nesta pesquisa foram inferiores aos sugeridos por este pesquisador.

Há porém, de se levar em consideração no caso da mandioca que isoladamente, o índice de colheita não fornece informação precisa sobre o comportamento da planta de mandioca, pois altos valores desse índice tanto podem ser obtidos com o aumento da produção de raízes como por diminuição da produção de parte aérea, esta informação corrobora com Cardoso Júnior et al, (2005), que em trabalho realizado no município de Vitória da Conquista-BA, avaliando o efeito do nitrogênio em características agrônômicas de duas variedades de mandioca, obtiveram um índice de colheita de 48,60%. O valor adequado pode variar também em função da utilização, no caso deste trabalho de pesquisa, em função do corte da parte aérea para a produção fitomassa aérea. Baixo índice de colheita, desde que obtido em plantas com grande produção de parte aérea, pode ser adequado quando o objetivo da lavoura de mandioca é produzir parte aérea para alimentação animal, essas informações são confirmadas pelos baixos índices de colheita obtidos neste trabalho.

Em experimento realizado no Paraná, Vidigal Filho et al., (2000) observaram valores para essa característica que variaram entre 38% a 79%. Cavalcante (2005) em trabalho realizado no município de Areia-PB avaliando a viabilidade do consórcio de mandioca e feijão comum, obtiveram um índice de colheita de 58,4%. Chagas (2003), em trabalho realizado na mesma área experimental, porém em um Luvissole, com adubação mineral, orientação de plantio e espaçamento influência na produção de mandioca, obteve um índice de colheita de 57,52%. Otsubo & Brito, (2008), no município de São Gabriel do Oeste-MS, obtiveram um índice de colheita de 57,14%, avaliando variedades elites de mandioca industrial na região norte de Mato Grosso do Sul. Sendo todas estes índices de colheita superiores aos encontrados nesta pesquisa. Sagrilo et al., (2008) em trabalho realizado no município de Araruna-PR, obtiveram um índice de colheita de 59,81%, trabalhando com produção e distribuição de matéria seca em três variedades de mandioca durante o segundo ciclo vegetativo. Sendo todos estes índices de colheitas superiores aos obtidos neste trabalho de pesquisa.

O índice de colheita tende a apresentar grande variação em função das épocas de colheita, bem como em função do manejo dado a cultura, como por exemplo, o espaçamento interfere no armazenamento de amido, onde o aumento da densidade de plantio reduz os fotoassimilados pelas raízes tuberosas, enquanto o oposto há um aumento de matéria seca das

hastes, (Williams, 1972; Enyi, 1973; Cock et al., 1977; Barros et al., 1978). Outro fator que pode alterar significativamente no índice de colheita, é o manejo exercido sobre a parte aérea da cultura da mandioca, onde grandes produções de fitomassa aérea, faz com que o índice de colheita fique abaixo do ideal que segundo Conceição (1983) é de 60%, estas afirmações corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Em situação normal de condução do cultivo da cultura da mandioca, há um aumento natural do índice de colheita, em função do elevado desenvolvimento das plantas, e em função da derrubada das folhas e pecíolos aumentando a massa proporcional de raízes, e, ainda pela a translocação dos açúcares para as raízes anteriormente discutida.

De maneira geral, existem grandes variações nos índices de colheitas entre as diversos genótipos cultivados (Kawano, 1982), de forma que elevados índices de colheitas são desejáveis, pois demonstram a capacidade das raízes atraírem e acumularem em forma de amido os carboidratos produzidos pela parte aérea (Enyi, 1973; Williams, 1972), os elevados índices de colheita mostram-se de grande importância na escolha da variedade a ser cultivada e na seleção de genótipos de mandioca, pois além de relacionarem-se bem com os maiores rendimentos comerciais, permitem uma elevada qualidade da produção das raízes demonstrada anteriormente pelos elevados diâmetros e massa média das raízes produzidas. Assim podem fornecer aos agricultores maiores rendimentos econômicos em virtude da quantidade produzida e da qualidade da produção obtida.

Embora os índices de colheitas obtidas nesta pesquisa sejam baixos, houve uma produção de raízes tuberosas acima da produção, estadual, regional e nacional, de acordo do IBGE (2005), bem como uma elevada produção de fitomassa aérea, sendo desta maneira favorável, o corte da parte aérea da mandioca para a produção de forragem, com uso para alimentação animal, nos meses da primavera, os quais são os mais escassos em produção de forragem dentre as estações do ano, ao contrário do verão, onde começa o período das chuvas, (Figura 1), sem comprometimento da produção de raízes tuberosas, que é a parte economicamente da parte da mandioca, de onde o produtor vai tirar sua renda e conseqüentemente sua sustentabilidade, no que concerne a esta cultura. Vale salientar ainda que com o corte da parte aérea da mandioca, para alimentação animal, o produtor terá uma fonte alternativa de alimento para o seu rebanho bem como, converter essa fitomassa da mandioca em proteína animal, que o alimentará, além de gerar mais renda para a sua propriedade.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido pode concluir-se que:

- Um corte da parte aérea da mandioca, nos meses de setembro, de outubro e de novembro não interfere na produção de raízes nas condições agroclimáticas da microrregião de Guarabira-PB e proporciona maior produção da parte aérea;
- A adubação orgânica influencia na produção de biomassa aérea de ambas variedades de mandioca;
- As variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu” avaliadas neste trabalho podem ser utilizadas tanto para a produção raízes e de forragem;
- Cortes sucessivos da parte aérea a cada três meses, não interferiu na produção de raízes prejudicando um tipo de manejo da mandioca para alimentação animal;
- A produção de fitomassa aérea de mandioca na período de escassez de alimento para os animais, pode ser a alternativa, sem comprometimento da produção de raízes.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa** (*Manihot esculenta* crantz) **em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e subtropical). Instituto Agronômico de Campinas. Campinas. 2003.

ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A.A.; CARNEIRO, J. E.S.; ALVES, J.M.A.; FINOTO, E.L. Características agro-botânicas de raízes de mandioca em fileiras simples e duplas consorciada com feijão comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. 13. 2009. Botucatu. **Inovações e desafios**. Botucatu. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/xiiiicbm/artigos.php>>. Acesso em 27 set. 2009.

ALBUQUERQUE, M. & CARDOSO, E.M.R. **A mandioca no trópico úmido**. Brasília: Editeria, p. 251. 1980.

ALBUQUERQUE, T.T.O.; MIRANDA, L.C.G.; SALIM, J.; TELES, F.F.F.; QUIRINO, J.G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 12, n. 1, p. 7-12. 1993.

ALVES, A.A.C. Fisiologia da Mandioca. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. 1 ed. Cruz das Almas. 2006. cap. 7. p. 139-169.

ALVES, A.A.C.; SILVA, A.F.; QUEIROZ, D.C.; DITA, M.A. Avaliação de variedades de mandioca para tolerância à seca, em condições semi-áridas do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA. 13. 2009. Botucatu. **Inovações e desafios**. Botucatu. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/xiiiicbm/artigos.php>>. Acesso em 27 set. 2009.

ANDRADE, C.A.B. **Efeitos de espaçamentos, idades de colheita e anos de plantio sobre algumas características de duas variedades de mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). 1989. 63 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras. 1989.

ANDRADE, J.S.; CARDOSO JÚNIOR, N.S.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; MOREIRA, E.S.; OLIVEIRA, S.P.; SOUZA, M.J.L.; PEREIRA, G.L.; MUNIZ, W.F. Efeito do corte sobre características agronômicas da mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*. Botucatu. CERAT/UNESP, v. 3, 2007.

ANGELOV, M.N.; SUN, J.; BYRD, G.T.; BROWN, R.H.; BLACK, C.C. Novel characteristics of cassava, *Manihot esculenta* Crantz, a reputed C3-C4 intermediate photosynthesis species. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v. 38, p. 61-72, 1993.

ARESTA, R.B.; FUKAI, S. Effects of solar radiation on growth of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). II. Fibrous root length. **Field Crops Research**, St. Paul, v. 9, 361-371, 1984.

AZEVEDO, E.B.; NORBERGUE, J.L.; KESSLER, I.J.D.; BRUNING, G.; DAVID, D.B.; FALKENBERG, J.R.; CHIELLE, Z.G. Silagem da parte aérea de variedades de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.6, p. 1902-1908, 2006.

BARROS, R. S.; MERCÊS, W. C. ALVIM, R. Sink strength and cassava productivity. **Hortscience**, Alexandria, v. 13, n. 14, p. 474-475, 1978.

BELTRÃO, F.A.S.; BELTRÃO, E.S.; RODRIGUES, V.S.; SILVA, R.A.; CARNEIRO, J.; SILVA, Q.S.; ALENCAR, R.L. **Avaliação produtiva de diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* crantz) no estado do tocantins**. JORNADA NACIONAL DA AGROINDÚSTRIA, 3. Bananeiras. 2008. Disponível em: <www.seminagro.com.br/trabalhos_publicados/.../PA0105.pdf>. Acesso em 15 out. 2009.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: Noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal. Funep. 2003. p. 42.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Divisão de Agrologia – SUDENE. Levantamento exploratório – reconhecimento de solo do Estado da Paraíba. (**Boletim Técnico, 15**). Rio de Janeiro. 1972. p. 670.

BRAY, E.A. Alterations in gene expression in response to water deficit. In: BASRA, A. S. (Ed.). **Stress-induced gene expression in planta**. Chur, Switzerland: Hardwood Academic Publishers. p. 1-23. 1994.

BUITAGRO, A. **La yuca en la alimentacion animal**. Centro Internacional de Agricultura Tropical, p. 446. 1990.

CADAVID L, L.F. Suelo y Fertilización para a yuca. In: La Yuca. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**. Cali. p. 76-103. Disponível em: <http://www.clayuca.org/PDF/libro_yuca/capitulo05.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2007.

CARDOSO JÚNIOR, N. S., VIANA, A. E. S., MATSUMOTO, S. N. M., SEDIYAMA, T., CARVALHO, F.M. Efeito do nitrogênio em características agrônômicas da mandioca. **Bragantia**. Campinas, v.64, n.4, p.651-659, 2005.

CARDOSO, C.E. & LEAL, M.S. **Mandioca: mudanças nas raízes**. Agroanalysis, Rio de Janeiro, v. 19, n. 6, p. 55-60. 1999.

CARDOSO, C.E.L. & SOUZA, J.S. Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. In: **CULTURAS DE TUBEROSAS AMILÁCEAS LATINO AMERICANAS: Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas**. v. 2. FUNDAÇÃO CARGILL. São Paulo. p. 539. 2002.

CARDOSO, E.M.R., MÜLLER, A.A., SANTOS, A.I.M., HOMMA, A.K.O., ALVES, R.N.B. **Processamento e Comercialização de Produtos Derivados de Mandioca no Nordeste Paraense**. Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, nº102 – 28p. Belém-PA. Jun/2001.

CARVALHO, J.L.H. **Mandioca: raiz e parte aérea na alimentação animal**. Campinas. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 1994. 9p.

CARVALHO, J.L.H. Parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 28-36, 1984.

CARVALHO, P.C.L. & EZETA, F.N. Efeito do fotoperíodo sobre a tuberação, da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas. v. 2, p. 51-54, 1983.

CARVALHO, V.D.; KATO, M.S. Potencial de utilização da parte aérea da mandioca. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 23-28. 1987.

CAVALCANTE FILHO, L.F. **Influência de épocas de colheita na produtividade de variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), estabelecida em solo podzólico vermelho amarelo do brejo paraibano**. 1999. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia. 1999.

CAVALCANTE, F.S. **Consortiação de mandioca e feijão comum: viabilidade da exploração em agricultura familiar na microrregião do brejo paraibano**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Universidade Federal da Paraíba. Areia. 2005.

CAVALCANTI, J. **Desenvolvimento das raízes tuberosas em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 1985. Fortaleza. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 1985. 66 p.

CAVALCANTI, J. Perspectivas da mandioca na região semi-árida do Nordeste. EMBRAPA, **Resumos e Debates**. p. 2. 2002. Disponível em: <<http://www23.sede.embrapa.br:8080/aplic/rumos.nsf/f7c8b9aeabc42c8583256800005cfec7/828eabff93a6038003256c25006714ca?OpenDocument>>. Acesso em: 28 out. 2009.

CEBALLOS, H. & CRUZ, G.A.A. Taxonomía y morfología de la yuca. In: La Yuca. **Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)**. Cali, Colombia. p. 568. Disponível em: <http://www.clayuca.org/PDF/libro_yuca/capitulo05.pdf>. p. 76 - 103. Acesso em: 23 fev. 2007.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. **PIB do Agronegócio - Dados de 1994 a 2008**. Disponível em: < <http://www.cepea.esalq.usp.br/>>. Acesso em: 30 out. 2009.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT. Guia de estúdio: um tipo ideal de planta de yuca para rendimientos máximos. Cali. 31 p. (CIAT série 04), 1979.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL - CIAT. Cassava Program Annual Report. Cali, Colombia. p - 60. 1980.

CEREDA, M.P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994. 174p.

CEREDA, M.P. **Fécula de mandioca como ingrediente para alimentos: novos processos para modificação**. 2008. Disponível em: < <http://www.abam.com.br/artigos.php>>. Acesso em: 30 out. 2009.

CHAGAS, N.G. **Adubação mineral, orientação de plantio e espaçamento: influências na produção de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2003. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia. 2003.

COCK, J. H.; WHOLEY, D.; CASAS O. G. de las. Effect of spacing on cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 13, p. 289-299, 1977.

COCK, J.H. & ROSAS, S. Ecophysiology of cassava. In: Symposium of eco-physiology of tropical crops. Ilhéus-Itabuna: CEPLAC. **Anais...** p. 1-14. 1975.

COCK, J.H.; ROSAS, C. S. Ecophysiology of cassava. Colombia: CIAT, 1987.

COCK, J.H. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de la planta de yuca. In: DOMINGUEZ, C.E. (ed.). **Yuca: investigación, producción y utilización**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT, p. 51-72. 1982.

COCK, J.H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, G.; JURI, P. The ideal cassava plant of maximum yield. **Crop Science**, Madison, v. 19, p. 271-279. 1979.

COCK, J.H.; PORTO, M.C.M. & EL-SHARKAWY, M.A. Water use efficiency of cassava. II. Influence of air humidity and water stress on gas exchange of field grown cassava. **Crop Scientific**, 25:265-72, 1985.

COCK, J.H.; RIANO, N.M.; EL-SHARKAWY, M.A.; LOPEZ, Y.; BASTIDAS, G. C3-C4 intermediate photosynthetic characteristics of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). II. Initial products of ¹⁴CO₂ fixation. **Photosynthesis Research**, The Netherlands, v. 12, p. 237-241, 1987.

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

CONCEIÇÃO, A. J. da; SAMPAIO, C. V. Competição de Variedades e Espaçamentos na Cultura da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, **Anais...** Cruz das Almas, p.225-246, 1979.

CONCEIÇÃO, A.J. **A mandioca**. Cruz das Almas. UFBA/EMBRAPA/BRASCAN. Nordeste, p. 342,1981.

CONCEIÇÃO, M.; K.; LOPES, N.F.; FORTES, G.R.L. Partição de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam), variedades abóbora e da costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n. 3, p. 313-316, 2004.

CORDEIRO, R.E.G. & ALMEIDA, C.O. Consumo de farinha de mandioca na região metropolitana de Salvador. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 15, n. 1. 2003. Disponível em: http://www.magistra.ufrb.edu.br/publica/magist15_1/03-15_1-09c.html. Acesso em: 27 de outubro de 2009.

CORREA, A.D.; FARIAS, A.R.N.; MATOS, P.L.P. Utilização da mandioca e de seus produtos na alimentação humana. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. **Processamento e Utilização da Mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. p.221-298. 2005.

COSTA, N.L.; MOURA, G.M.; MAGALHÃES, J.A.; TOWNSEND, R.C.; PEREIRA, R.G.A.; OLIVEIRA, J.R.C. Regimes de cortes em variedades de mandioca para alimentação animal em Porto Velho, Rondônia, **Revista Electronica de Veterinaria**. Málaga. v. 3, n. 9, 1-7. 2007. Disponível em: < www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090719.pdf >. Acesso em: 29 out. 2009.

CRUZ, J.L. PELACANI, C. **Fisiologia da mandioca**. CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 9. EMBRAPA-CNPMF. p. 42. 1995.

DEVIDE, A.C.P., RIBEIRO, R. L. D., VALLE, T. L., ALMEIDA, D. L., CASTRO, C. M., FELTRAN, J.C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.1, p.145-153, 2009.

DINIZ NETO, M. A. **Avaliação do comportamento produtivo de variedades de mandioca na microrregião de Guarabira-PB**. 2001. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica). Universidade Federal da Paraíba. Areia. 2001.

DINIZ, M.S.; OLIVEIRA, A.M.G.; PEREIRA, N.L.; OLIVEIRA, J.L. Avaliação de variedades de mandioca mansa com agricultores familiares de guaratinga, BA. CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13. 2009. Botucatu. **Inovações e desafios**. Botucatu. Disponível em: <<http://www.cerat.unesp.br/xiiiicbm/artigos.php>>. Acesso em 27 set. 2009.

DORETO, M. Distribuição da cultura da mandioca no Paraná nos anos 80. Londrina: IAPAR, (**Informe de Pesquisa, 102**). 19p. 1993.

EL-SHARKAWY, M.A. & COCK, J.H. The humidity factor in stomatal control and its effect on crop productivity. In: MARCELLE, H. C. & VAN POUCKE, M. (eds). **Biological control fo photosynthesis** Dordrech: Martinus Nijhoff, pp. 187-98, 1986.

EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, J.H. Photosynthesis of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz), **Experimental Agriculture**. London, v. 26, p. 325-340, 1990.

EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, J.H.; CADENA, G. Influence of differences in leaf anatomy on net photosynthetic rates on some variedades of cassava. **Photosynthesis Research**, The Netherlands, v. 5, p. 235-242, 1984.

EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, J.H.; PORTO, M.C.M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. Campinas, v. 1, n. 2, p. 143-154, 1989.

EL-SHARKAWY, M.A.; COCK, J.H.; Response of cassava to water stress. **Plant and Soil**. v. 100, p. 345-360, 1987.

EL-SHARKAWY, M.A.; TAFUR, S.M.; CADAVID, L.F. Potential photosynthesis of cassava as affected by growth conditions. **Crop Science**. Madison, v. 32, p. 1336-1342, 1992.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, EMBRAPA – Serviço de Produção da Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA solos, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de Análise de Solo. **Centro Nacional de Pesquisa de Solo – CNPS**. 2ª ed. rev. atual. Rio de Janeiro. p. 212. 1997.

ENYI, B. A. C. Effect of shoot number and time of planting on growth, development and yield of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Horticultural Science**, Sierra-Leone, v. 47, p. 457-456, 1972.

ENYI, B. A. C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 81, p. 15-28, 1973.

FAO/FIDA (**Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola/Organización de las Naciones Unidas para a Agricultura y la Alimentación**). La economía mundial de la yuca: hechos, tendencias y perspectivas. Roma. Itália. 2000. p. 59. 2000.

FERREIRA, J.J., NETO, J.M., MIRANDA, C.S. Efeito do milho, sorgo e da raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.18, n. 4, p. 307-313. 1989.

FRANCO, C.M.L.; DAIUTO, E.R.; DEMIATE, I.M.; CARVALHO, L.J.C.B.; LEONEL, M.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S.B.S. Produção e usos do amido. cap. 2. 20-56. In:_____. Propriedades gerais do amido. **Série: Culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas**. Fundação Cargill. São Paulo, v. 1, p. 221, 2002.

FUKUDA, C. & OTSUBO, A.A. **Cultivo da mandioca na região centro sul do Brasil**. Versão eletrônica. 2003. Disponível em: <<http://www.embrapa.cnpmf.br>>. Acesso em: 9 set. 2009.

FUKUDA, W.M.G.; CALDAS, R.C. Influência da época de colheita sobre o comportamento de variedades e clones de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas, v. 4, n. 2, p. 37-44, 1985.

FURLANETO, F.P.B; KANTHACK, R.A.D.; BONISSONI, C. **O agronegócio da mandioca na região paulista do médio Paranapanema**. 2006. Análises e indicadores do agronegócio. v. 1, n. 4, Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=5280>> Acesso em 09 de set. 2009.

GABRIEL FILHO, A.; STROHHAECKER, L.; FEY, E. Profundidade e espaçamento da mandioca no plantio direto na palha. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 461-467. 2003.

GOMES, J.C.; SILVA, J. Correção da acidez e adubação. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (eds.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. 1 ed. Cruz das Almas. 2006. cap. 9. p. 215-248.

GUEDES, P.L.C.; LEMOS, P.F.B.A.; ALBUQUERQUE, R.P.F.; COSTA, R.F.; CHAGAS, N.G.; CUNHA, A.P.; CAVALCANTE, V.R. **Variedades de mandioca para produção de forragem e alimentação de bovinos leiteiros no agreste paraibano**. EMEPA-PB. João Pessoa. p. 28. 2007.

HOLZER, Z., AHARONI, Y., LUBIMOV, V. et al. The feasibility of replacement of grain by tapioca in diets for growing-fattening cattle. **Anim. Feed Sci. Techn.**, 64:133-141, 1997. Certo?

HOWELER, R.H. Nutricion mineral e fertilizacion de la Yuca (*Manihot esculenta* Crantz). CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL – CIAT. Cali, 1981. 55p.

HUNT, L. A.; WHOLEY, D. W.; COCK, J. H. Growth physiology of cassava. **Field Crop abstracts**, Farnham Royal, v. 30, n. 2, 77-91, 1977.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – PAM. Culturas temporárias e permanentes**. Brasil. v. 32, 2005. 100p.

IRIKURA, Y.; COCK, J.H.; KAWANO, K. The physiological basis of genotype-temperatura interactions in cassava. **Field Crops Research**. St. Paul, v. 2, p. 227-239. 1979.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerras holandeses. 2. Digestibilidade e valor energético. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 31, n. 1, p. 205-212. 2002.

KAWANO, K. Mejoramiento genetico de yuca para productividad. In: DOMÍNGUEZ, C. E. (Ed.) **Yuca: investigación, producción y utilización**. Cali: PNUD & CIAT. p. 91-112. 1982.

KEATING, B.A.; EVENSON, J.P. Effect of soil temperature on sprouting and sprout elongation of stem cuttings of cassava. **Field Crops Research**. St. Paul. v. 2, p. 241-252. 1982.

LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas: SBCS/CNPS, 1996. 84p.

LEONEL NETO, M. **Influência da idade de colheita e espaçamento sobre algumas características de duas variedades de mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). 1983. 57 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras. 1983.

LISITA, F.O. **A importância da agropecuária familiar na economia nacional**. EMBRAPA. Disponível em <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/ADM079.pdf>>. Acesso em 23 jan. 2009.

LORENZI, J.O. & DIAS, C. A. C. **Cultura da mandioca**. Campinas, SAA/CATI, 1993. 41p. (Boletim técnico, 211).

LORENZI, J.O. Absorção de macronutrientes e acumulação de matéria seca para duas variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 1978. 92 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1978.

LORENZI, J.O. **Mandioca**. Campinas. COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI. 2003. 116 p. (Boletim Técnico, n. 245).

LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; CARVALHO, A.P.; ASSIS, C.M.O.A.; DEAK, L.G.L.; IGUE, T. Testes regionais de variedades de mandioca de mesa no Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 6, 1990. Londrina. **Resumos...** Londrina. 1990. Disponível em: <http://www.cerat.unesp.br/compendio/compendio_arquivos/vi.pdf>. Acesso em: 27 set. 2009.

LORENZI, J.O.; PEREIRA, A.S.; MONTEIRO, D.A.; RAMOS, M.T.B. Características agrônômicas e culinárias de clones de mandioca. **Bragantia**. Campinas, v.47, p. 247-253, 1988.

LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; MAZZUCO, H.; LUDKE, M.C.M.M. Uso racional da mandioca e subprodutos na alimentação de aves e suínos. In. SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P. L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Eds.) **Processamento e utilização da mandioca**. Brasília – DF. 2005. p. 547.

MARQUES, J. A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; NASCIMENTO, W.G. Avaliação da Mandioca e Seus Resíduos Industriais em Substituição ao Milho no Desempenho de Novilhas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 5 p. 1528-1536, 2000.

MARQUES, J. **Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho na terminação de novilhas: desempenho e digestibilidade aparente in vivo.** 1999. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 1999.

MEDRONI, S. **Efeito da combinação de carboidratos e proteínas sobre a degradabilidade, digestibilidade e desempenho de novilhas Nelore confinadas.** 1998. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 1998.

MENEZES, M. P. C.; RIBEIRO, M. N.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N. 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**, v.33, n.3, p.729-737, 2004

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. Fumo-soja-milho-trigo-leite. 43p. Boletim 16. 2005. Disponível em: <<http://www.mda.gov.br/saf/arquivos/fumo-soja-milho-trigo-leite.pdf>>. Acesso em 29 out. 2009.

MONTALDO, A.; MONTILA, S.J.J. ESCOVAR, I. El follage de yuca (*Manihot esculenta*) como fonte potencial de proteínas. **Revista Brasileira de Mandioca**. Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 123-136. 1994.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: D.C. 242p.

NEPTANA, N.; WANAPAT, M.; POUNGCHOMOU, O.; TOBURAN, W. Effect of condensed tannins in cassava hay on fecal parasitic egg counts in swamp buffaloes and cattle. In: INTERNATIONAL WORKSHOP CURRENT RESEARCH AND DEVELOPMENT ON USE OF CASSAVA AS ANIMAL FEED, 2001. Khon Kaen. **Proceedings...** Khon Kaen: Khon Kaen University: SIDA-SAREC, 2001. Disponível em: <<http://www.mekarn.org/prockk/netp.htm>. Acesso em 23/jan. 2009>. Acesso em: 23 jan. 2009.

NUNES IRMÃO, J. FIGUEIREDO, M.P. PEREIRA, L.G.R., FERREIRA, J.Q.; RECH, J.L.; OLIVEIRA, B.M. Composição química do feno da parte aérea da mandioca em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**. Salvador, v. 9. n. 1, p. 158-169. 2008.

OKOLI, P.S.O.; WILSON, G.F. Response of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) to shade under Field conditions. **Field Crops Research**. St. Paul, v. 14. p. 349-360. 1986.

OLIVEIRA, J.O.A.P.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; TORMENA, C.A.; MUNIZ, A.S.; SAGRILO, E. Influência de sistemas de preparo de solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 25, n. 443-450, 2001.

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

OLIVEIRA, S.P. **Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca**. 2007. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2007.

OTSUBO, A.A. & BRITO, O. R. Avaliação de variedades elites de mandioca industrial na região norte de Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, 9. 2008. Brasília. **Anais...** Disponível em: <simposio.cpac.embrapa.br/simposio/trabalhos.../00488_trab1_ap.pdf.> Acesso em: 23 set. 2009.

PEIXOTO, C.P. Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). In.: **Ecofisiologia de cultivos anuais**. CASTRO, P.R.C. & KLUGE, R.A. (eds). ed. Nobel. São Paulo. 1999. 126 p.

PELLET, D., EL-SHARKAWY, M.A. **Sink-source relations in cassava**: effects of reciprocal grafting on yield and leaf photosynthesis. – Exp. Agr. 30: 359-367, 1994.

PEQUENO, M.G., FLORES, C. O., CEREDA, M. P., PENTEADO, M. V. C. P., CASALI, V., LORENA, C. B. Avaliação de oito cultivares de mandioca no município de Renascença PR Região de Francisco Beltrão PR. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE RAÍZES TROPICAIS, 1 CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 9, 1996, São Pedro SP. Resumos. Cruz das Almas BA : Sociedade Brasileira da Mandioca, 1996. v. Único. p. 31-31

PEREIRA, J.P. Utilização da raspa e resíduos industriais da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**. p. 28-41. 1987.

PEROZZI, M. **Instituto maniva quer fortalecer educação e cultura da mandioca**. 2007. Disponível em: <<http://www.mandioca.agr.br/portal/index.php?option=content&task=view&id=3782&Itemid=59>>. Acesso em: 29 out. 2009.

PEZO, D.; BENAVIDES, J.; RUIZ, A. Producción de follage y raices de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) bajo diferentes densidades de plantacion y frecuencia de poda. **Producción Animal Tropical**, Santo Domingo, v.9, n.2, p. 251-262, 1984.

PINHO, J.L.; MELLO, F. I. O.; TÁVORA, F.J.F.; GOMES, V.V.; OLIVEIRA, F.C. Obtenção de maniva semente de mandioca através da poda, na região litorânea do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, Salvador, 1979. **Anais...** Brasília, DF. EMBRAPA/DID/SBM, 1981. p. 161-170.

PORTO, M.C.M. **Fisiologia da Mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1986. 21p. Monografia apresentada no VI Curso Intensivo Nacional de Mandioca. 14 a 24 out. 1986.

PORTO, M.C.M.; COCK, J.H.; CADENA, G.G.; PARRA, G.E.; HERNANDEZ. A.D.P. Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasília**, v. 24, n. 35, p. 557-565. 1989.

PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R.; ZEOULA, L.M.; MARQUES, A.J. Desempenho de Novilhas Alimentadas com Rações Contendo Milho ou Casca de Mandioca como Fonte Energética e Farelo de Algodão ou Levedura como Fonte Protéica. **Revista brasileira de zootecnia**. Viçosa, v. 29, n. 1, p. 278-287, 2000.

PRESTON, T. R. Potential of cassava in integrated farming systems. In: T.R. Preston, R.B. Ogleand M. Wanapat (Eds.). In. **Workshop on Current Research and Development on Use of Cassava as Animal Feed**. MEKARN (SAREC) and Khon Kaen University. 2001.

RADHAKRISHNAN, V.V.; GOPAKUMAR, K. Correlation between yield and its components in tapioca. **Indian Journal of Agricultural Science**. Jodhpur, v. 54, n. 11, p. 975-978, 1984.

RAMANUJAM, T. Effect of moisture stress on photosynthesis and productivity of cassava. **Photosynthetica**. Praga, v. 24, p. 217-224, 1990.

RAMANUJAM, T.; BIRADAR, R.S. Growth analysis in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Indian Journal of Plant Physiology**. Ahmedabad, v. 30, p. 144-153, 1987.

RAMANUJAM, T.; NAIR, G.M.; INDIRA, P. Growth and development of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) genotypes under shade in a coconut garden. **Turrialba**. Turrialba, v. 34, p. 267-274. 1984.

SAGRILO, E. **Produtividade de três variedades de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) em diferentes épocas de colheita no segundo ciclo vegetativo**. 2001. 136 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Maringá. Maringá. 2001.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; VIDIGAL, M. C G.; KVITSCHAL, M. V. Dry matter production and distribution in three cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) variedades during the second vegetative plant cycle. **Brazilian archives of biology and technology**. Curitiba, vol. 51, n. 6, p. 1079-1087. 2008.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; RIMOLDI, F. Dimensionamento dos subprodutos agrícolas da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no estado do Paraná. p. 291-304. In: CEREDA, M.P. (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. **Série: Culturas de tuberosas amiláceas latinoamericanas**. Fundação Cargill. São Paulo, v. 4, p. 320, 2001.

SARMENTO, B. S. **Caracterização da fécula de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) no período de colheita de variedades de uso industrial**. 1997. 162 f. Tese (Doutorado - Faculdade de Ciências Farmacêuticas). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SILVA, R.R.; SILVA, V.S.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; CHAVES, M.A.; FRANCO, I.L.; SILVA, V.S. Resíduos de mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Electronica de Veterinaria**. Málaga, vol. 6, n. 10. 2005.

SOUZA, L.S., FARIAS, A.R.N., MATTOS, P.L.P., FUKUDA, W.M.G. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 817p. 2006.

SPLITTSTOESCER, W.E.; TUNYA, G.O. Crop physiology of cassava. **Horticultural Reviews**. New York. v. 13. p. 105-129. 1992.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. Trad. SANTAREM, E. R.; MARIATH, J.E.A.; ASTARITA, L.V.; DILLENBURG, L.R.; ROSA, L.G.M.; OLIVEIRA, P.L. Ed. Artmed – Porto Alegre-RS. p. 722. 2002.

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.

TAN, S.L.; COCK, J.H. Branching habit as a yield determinant in cassava. **Field Crops Research**. St. Paul, v. 2, p. 281-289. 1979.

TEELUCK, J.P.; NICLIN, R.; HULMAN, B.; PRESTON, T.R. Apuntes sobre el uso de la yucca (*Manihot esculenta*, Crantz), bajo diferentes densidades de plantacion y frecuencia de poda. **Produccion animal Tropical**. Santo Domingo. v. 6, n. 1. p. 90-93. 1981.

TERNES, M. Fisiologia da Planta. In: CEREDA, M.P. (COORD.) Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas. (**Série: culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, 2**). São Paulo. Fundação Cargill. p. 540. 2002.

VALLE, T.L. **Cruzamentos dialéticos em mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). 1990. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) . Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

VELTKAMP, H.J. Canopy characteristics of different cassava variedades. **Agricultural University Wageningen Papers**. Wageningen, v. 85, p. 47-61. 1985.

VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES VIDIGAL, M.C.; MAIA, R.R.; SAGRILO, E. SIMON, G.A.; LIMA, R.S. Avaliação de variedades de mandioca na Região Noroeste do Paraná. **Bragantia**. Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75. 2000.

VIEIRA, E.A.; FIALHO, J.F.; FERNANDES, F.D.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; SILVA, M.S.; PAULA-MORAES, S.V.; SANTOS FILHO, M.O.S. Efeito da poda sobre a caracteres agronômicos em mandioca. SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 11. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SAVANAS TROPICAIS, 2. 2008. Brasília. **Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Brasília. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/download/542/t>. Acesso em 28 set. 2009.

WANAPAT, M.; PETLUM, A.; POUNGCHOMPU, O.; RAWLINSON, P.; TOBURAN, W. Effect of level of cassava hay supplementation and concentrate use on milk yiel and composition. In: INTERNATIONAL WORKSHOP CURRENT RESEARCH ANDA DEVELOPMENT ON USE OF CASSAVA AS ANIMAL FEED, 2001. Khon Kaen. **Proceedings...** Khon Kaen: Khon Kaen University: SIDA-SAREC, 2001. Disponível em: <<http://www.mekarn.org/prockk/wana1.htm>>. Acesso em 23 jan. 2009.

WILLIAMS, C. N. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*): III. Crop ratio, spacing and yelding. **Experimental Agriculture**, Great Britain, v. 8, p. 15-23, 1972.

YOSHIHARA, P.H.F.; ABREU, A.P.N.; VILPOUX, O.F.; CEREDA, M.P. **Frango caipira curado alimentado com mandioca integral como inovação visando a sustentabilidade para agricultura familiar**. Eixo Temático – Expansão e Produção Rural, 10 Sustentabilidade. 2009. Disponível em <www.amigosdanatureza.org.br/noticias/396/trabalhos/615.Paulo.doc>. Acesso em: 23 jan. 2009.

YOSHIHARA, P.H.F.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.; VINHAS, L.C.I. **Criação de ovinos para carne alimentados com mandioca e seu potencial para desenvolvimento de comunidades rurais em Campo Grande, MS**. In: Colóquio Internacional de Desenvolvimento Local, 2. Brasil – Canadá; Desenvolvimento local, sócio-diversidade, biodiversidade, CD – ROM, Campo Grande, 2007.

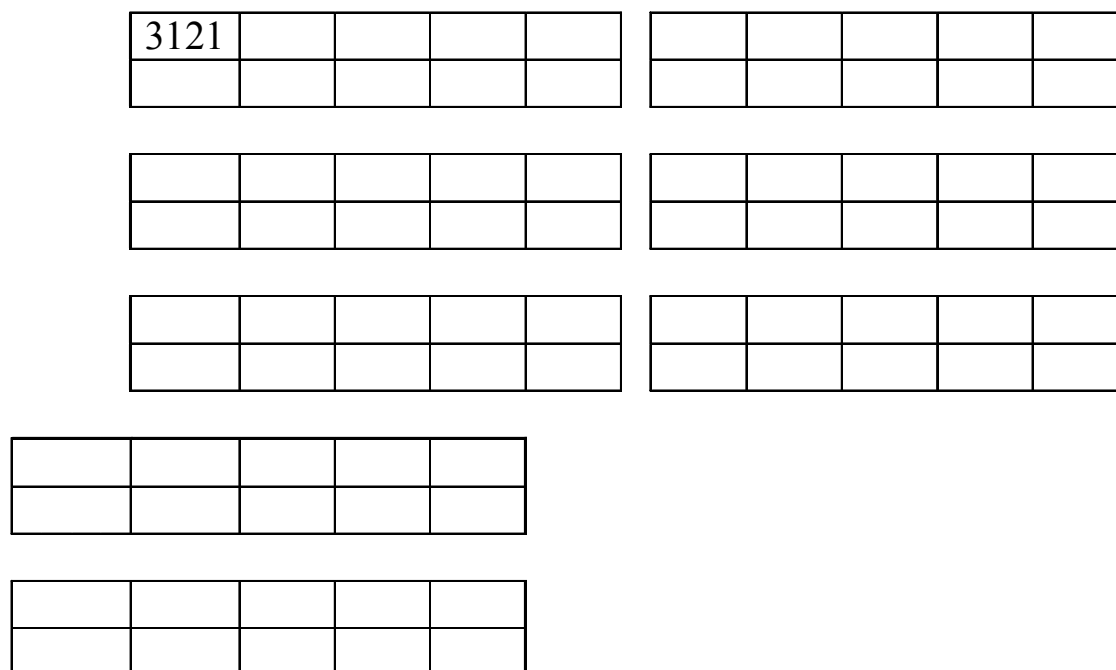
ZEOULA, L.M., ALCALDE, C.R., FREGADOLLI, F.L. et al. Degradação ruminal de grãos de cereais e da raspa de mandioca amassados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 1998. Botucatu, SP. **Anais...** p.35-37, 1998.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO. S.F.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; DALPONTE, A. O; KASSIES, M.; FREGADOLLI, F.L. Mandioca e Resíduos das Farinheiras na Alimentação de Ruminantes: pH, Concentração de N-NH₃ e Eficiência Microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002 (suplemento).

ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ALCALDE, C.R.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T. Solubilidade e degradabilidade ruminal de amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 28, n. 4, p. 898-905. 1999.

ZINN, R.A., De PETERS, E.J. Comparative feeding value of tapioca pellets for feedlot cattle. **Journal Animal Scientific**, v. 69, p.4726-4733, 1991.

7. APÊNDICE



Legenda	1 ^o Número:	<i>Blocos (1,2,3,4)</i>	Exemplo	3121	3	→	<i>Bloco 3</i>
	2 ^o Número:	<i>Variedades (1,2)⁽¹⁾</i>		1	→	<i>Variedade 1</i>	
	3 ^o Número:	<i>Época de Corte(1,2,3,4,5)⁽²⁾</i>		2	→	<i>Época de corte 2</i>	
	4 ^o Número:	<i>Adubação orgânica(1,2)⁽³⁾</i>		1	→	<i>Adubado</i>	

⁽¹⁾ 1 – Mandioca Branca; 2 – Olho de urubu

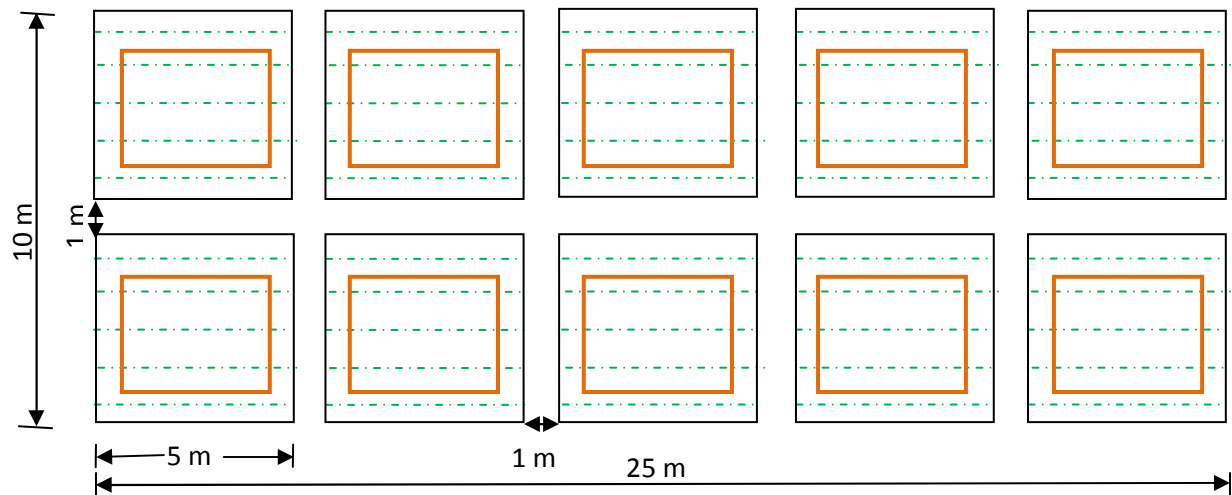
⁽²⁾ 1,2,3 período de estiagem, setembro/outubro/novembro; 4 – corte sucessivo; 5 - testemunha

⁽³⁾ 1- adubado; 2 – não adubado

Figura apêndice 1. Representação esquemática do croqui da área experimental



Figura apêndice 2 . Área experimental com as variedades de mandioca “branca” e “olho de urubu”, com as primeiras folhas



Legenda: — Delimitação das parcelas (25 m²)
..... Plantas de mandioca
—— Área útil (12 m²)

Figura apêndice 3. Representação esquemática das parcelas experimentais



Figura apêndice 4. Mandioca “olho de urubu”



Figura apêndice 5. Mandioca “branca”

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)