

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ANÁLISE DE CRESCIMENTO NA CULTURA DA MANDIOCA PRECOCE  
NOS SISTEMAS DE CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO  
CAMPO EXPERIMENTAL DO ICSEZ/UFAM/PARINTINS.

Bolsista: Tassia Michelli Nogueira Negreiros, CNPq

**PARINTINS**

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO FINAL

PIB-A/0010/2012

ANÁLISE DE CRESCIMENTO NA CULTURA DA MANDIOCA PRECOCE  
NOS SISTEMAS DE CULTIVOS ORGÂNICO E CONVENCIONAL NO  
CAMPO EXPERIMENTAL DO ICSEZ/UFAM/PARINTINS.

Bolsista: Tassia Michelli Nogueira Negreiros, CNPq.  
Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Aristóteles de Jesus Teixeira Filho

**PARINTINS**

2013

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Grupo de Pesquisa Água-Solo-Planta-Animal Aliado a Sustentabilidade da Amazônia e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos.

Esta pesquisa, financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas, foi desenvolvida pelo Grupo de Pesquisa Água-Solo-Planta-Animal Aliado a Sustentabilidade da Amazônia.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o crescimento da cultura da mandioca submetido à adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação. Assim, foram utilizados índices fisiológicos a fim de explicar o comportamento da cultura da mandioca em função dos tratamentos utilizados. O experimento foi desenvolvido nas condições de campo do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia, da Universidade Federal do Amazonas. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram distribuídos de forma aleatória. Cada tratamento foi constituído de quatro repetições com 16 plantas cada, seguindo um espaçamento de 0,80 m entre linhas e 0,50 m entre plantas, apresentando uma área útil de 76,8 m<sup>2</sup>. As análises consistiram na extração de uma planta de cada repetição, de forma aleatória, a cada 20 dias. Em seguida, eram encaminhadas ao laboratório para a separação das unidades estruturais das plantas (raiz, caule, ramo, pecíolo e folha) que imediatamente eram pesadas numa balança de precisão, obtendo-se o peso úmido das estruturas. As folhas eram decalcadas em papel cartolina, recortadas, pesadas e comparadas ao peso padrão de um recorte de papel cartolina de 100 cm<sup>2</sup>. As unidades estruturais das plantas eram, separadamente, acondicionadas em sacos de papel e colocadas numa estufa a 85 °C durante um período de 48 horas. Os valores da Área Foliar, Índice de Área Foliar, Área Foliar Específica, Taxa de Crescimento da Cultura, Taxa de Assimilação Líquida e Massa Seca da Folha foram estimados através de fórmulas matemáticas. A avaliação da produtividade da cultura foi realizada a partir dos seguintes parâmetros: número de raízes por planta, comprimento e diâmetro de raízes, produtividade raízes e massa da parte aérea. As mandiocas submetidas a adubação orgânica obtiveram respostas satisfatórias em relação aos demais tratamentos, alcançando um bom desenvolvimento e conseqüentemente maior produtividade.

**Palavras chave:** índices fisiológicos; adubação; produtividade.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	Importância Econômica da cultura da mandioca.....	<b>9</b>
<b>2.2</b>	Considerações gerais da cultura da mandioca.....	<b>9</b>
<b>2.3</b>	Adubação.....	<b>10</b>
<b>2.4</b>	Análise de crescimento.....	<b>10</b>
<b>2.5</b>	Índices Fisiológicos.....	<b>11</b>
<b>2.5.1</b>	Área Foliar.....	<b>11</b>
<b>2.5.2</b>	Índice de Área Foliar.....	<b>11</b>
<b>2.5.3</b>	Taxa de Crescimento da Cultura.....	<b>12</b>
<b>2.5.4</b>	Taxa de Assimilação Líquida.....	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1</b>	Localização.....	<b>14</b>
<b>3.2</b>	Solo.....	<b>14</b>
<b>3.3</b>	Clima.....	<b>14</b>
<b>3.4</b>	Delineamento experimental.....	<b>15</b>
<b>3.5</b>	Preparo da área experimental.....	<b>15</b>
<b>3.6</b>	Plantio.....	<b>16</b>
<b>3.7</b>	Análise quantitativa do crescimento da mandioca.....	<b>16</b>
<b>3.8</b>	Análise de produção da mandioca.....	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS e DISCUSSÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>4.1</b>	Análise de crescimento .....	<b>19</b>
<b>4.2</b>	Análise de produção.....	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>CRONOGRAMA EXECUTADO</b> .....	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De fácil adaptação, a mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, situando-se entre os nove primeiros produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (EMBRAPA, 2012).

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta de origem brasileira e sua importância econômica está na produção de raízes tuberosas e feculentas que representam valiosa fonte de alimento para o consumo humano e animal sendo, ainda, uma opção para a produção de energia renovável - etanol ou álcool etílico (FURLANETO, 2008). A raiz é o principal produto obtido com a exploração da cultura. No entanto, a utilização da parte aérea no arraçoamento animal vem se constituindo em uma alternativa mais freqüente, principalmente em períodos de escassez de alimento, contribuindo com a suplementação para o fornecimento de nutrientes adicionais na dieta dos ruminantes. Essa potencialidade tem sido pouco aproveitada, pois apenas a haste é utilizada para novos plantios e o terço superior da parte aérea, geralmente, é deixado no campo e incorporado ao solo por ocasião da colheita (MOURA e COSTA, 2001; LIMA *et al.*, 2002; NUNES IRMÃO *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2009; DANTAS *et al.*, 2010; MOREIRA, 2011).

A cultura da mandioca apresenta respostas satisfatórias, em termos de produção de raízes e parte aérea, à aplicação de adubos orgânicos (esterco, torta, composto, adubos verdes e outros), principalmente em função das melhorias físicas, químicas e microbiológicas que ocorrem no solo. Devido a isso, esses adubos devem ser preferidos como fonte de nitrogênio. A adubação nitrogenada pode ser realizada na forma de uréia (44% de N) ou sulfato de amônio (20% de N) (SOUZA, 2009).

Desta forma, o presente trabalho tem como finalidade analisar o crescimento da cultura da mandioca submetida a três tipos de tratamentos: adubação orgânica, adubação

mineral e sem adubação, visando de forma sucinta mostrar resultados a partir de índices fisiológicos em qual tratamento a cultivar obterá melhor produção.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Importância Econômica da cultura da mandioca**

A mandioca é uma das principais fontes alimentares no Brasil e vários outros países. As suas raízes são destinadas à alimentação animal e humano, cujo consumo per capita é de 70 kg/ano, dos quais mais de 85% são consumidos na forma de farinha (ALVES, 2009).

Na América do Sul, o Brasil corresponde em média de 70 a 75% da produção, cujo volume é da ordem de 35 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a 2ª colocação no ranking mundial com 26 milhões de toneladas, sua participação na produção mundial atualmente situa-se em média de 11% (GROXKO, 2011). Esta tuberosa é cultivada em todos os estados brasileiros, figurando entre os principais produtos agrícolas do país, em termos de área cultivada e volume de produção.

### **2.2 Considerações gerais da cultura da mandioca**

A mandioca, por ser uma planta em que se explora principalmente suas raízes tuberosas, deve ser plantada em terreno bem preparado. Uma adequada aração seguida de gradagens facilita os trabalhos de abertura dos sulcos, plantio, cultivos e colheitas, assim como o controle de determinadas pragas (BARROS, 2004).

A capacidade de se desenvolver e produzir relativamente bem em solos de baixa fertilidade, talvez seja a principal característica dessa planta. Supera os problemas de baixos teores de fósforo, através de uma eficiente associação com micorrizas. Em solos pobres de nutrientes a planta reduz seu tamanho, mantendo todavia a concentração desses nutrientes em nível ótimo, permitindo assim maior eficiência na utilização dos elementos nutritivos. Toleram bem solos ácidos, porque suporta altos níveis de saturação com alumínio, porém é muito susceptível à salinidade. A faixa de pH ideal situa-se entre 5 e 6 (CARVALHO *et al.*, 2007).



### **2.3 Adubação**

Tradicionalmente cultivada em solos pobres, por populações de baixa renda, que tem por hábito fazer uso de algumas práticas culturais como rotação e consorciação de culturas, adubação verde, uso de compostos, cinzas e esterco de animais, usados sempre que disponível para manter a fertilidade do solo. O uso de materiais orgânicos tem grande importância no aumento da produção, porque melhora a aeração do solo e proporciona maior capacidade de retenção de água e nutrientes, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular, pela intensificação das atividades microbiológicas envolvidas na ciclagem de diferentes nutrientes, conseqüentemente, fortalece a planta, por seus efeitos nas propriedades físicas e químicas do solo, sendo classificada como melhoradora e ou condicionadora do solo (ZATARIM, 2000).

A mandioca absorve grandes quantidades de nutrientes e praticamente exporta tudo o que foi absorvido, quase nada retornando ao solo sob a forma de resíduos culturais: as raízes tuberosas são destinadas à produção de farinha, fécula e outros produtos, bem como para a alimentação humana e animal; a parte aérea (manivas e folhas), para novos plantios, alimentação humana e animal (SOUZA, 2003).

### **2.4 Análise de crescimento**

Os agricultores, focados aos seus objetivos econômicos, buscam obter de seus produtos cultivados resultados em curto prazo, o que difere da produção natural dos mesmos. Dessa forma, segundo Benincasa (2003) a análise de crescimento é uma ferramenta indispensável para o melhor conhecimento das plantas como entidades biológicas que são independentes de exploração.

A técnica de análise de crescimento, desenvolvida por cientistas ingleses, permite através de avaliações periódicas e com a utilização de fórmulas matemáticas, a determinação do padrão de acúmulo e distribuição de massa seca nas diversas partes da planta durante o seu

ciclo vegetativo e reprodutivo (SANTOS, 2004). Esta é uma ferramenta valiosa no entendimento das adaptações da planta sob diferentes condições de meio e manejo (GOMIDE, 2003).

## **2.5 Índices Fisiológicos**

Os índices fisiológicos envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório (fonte) das plantas em sintetizar e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação aos locais de utilização ou de armazenamento (FONTES *et al.*, 2005).

As diferenças de crescimento em função dos tratamentos utilizados podem ser adquiridas a partir de índices fisiológicos como Área Foliar, Índice de Área Foliar, Área Foliar Específica, Razão de Área Foliar, Taxa de Crescimento Absoluto, Taxa de Crescimento Relativo, Taxa de Assimilação Líquida e Taxa de Crescimento da Cultura.

### **2.5.1 Área Foliar**

A avaliação cuidadosa da área foliar é sem dúvida fator que auxilia na tomada de decisão para se eleger uma cultivar mais produtiva. O significado deste parâmetro resume-se na premissa que materiais mais produtivos, possuem uma maior facilidade em manter uma área foliar por um maior período, possibilitando um melhor desempenho do aparato fotossintético (SANTOS, 2004).

### **2.5.2 Índice de Área Foliar**

O processo fotossintético depende da interceptação da luz e sua conversão em energia química, portanto, o IAF pode ser considerado um parâmetro indicativo de produtividade e é

uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônômicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal. O conhecimento do IAF também pode ser útil na avaliação de várias práticas culturais como densidade de plantio, adubação, irrigação, poda e aplicação de defensivos (ADAMI, 2007). A planta ideal de mandioca deve apresentar folhas grandes com lóbulos largos, de modo a atingir rapidamente e manter um índice de área foliar (L) entre 3 e 3,5 (COCK, 1978 citado por TÁVORA *et al.*, 1995). As máximas taxas de crescimento da cultura e das raízes tuberosas da mandioca foram obtidas quando o índice de área foliar atingiu os valores de 4 e 3, respectivamente (COCK *et al.*, 1979 citado por TÁVORA *et al.*, 1995).

### 2.5.3 Taxa de Crescimento da Cultura

A taxa de crescimento da cultura (TCC) é o acúmulo da massa seca com o tempo e é aproximadamente igual à fotossíntese da cobertura vegetal por unidade de área de solo e representa a capacidade de produção de fitomassa da cultura, isto é, sua produtividade primária. Ela é o resultado da fotossíntese líquida durante as horas claras do dia menos as perdas respiratórias do dia e da noite (SILVA *et al.*, 2000).

### 2.5.4 Taxa de assimilação líquida

A Taxa de Assimilação Líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida, em termos de matéria seca produzida por decímetro de área foliar, por intervalo de tempo (OLIVEIRA e FIORINE, 2006). Gomes *et al.* (2000) observaram que os maiores valores de TAL ocorrem na fase vegetativa, apresentando uma tendência de redução com a expansão foliar, principalmente em virtude do autossombreamento, podendo até atingir valores negativos em respostas à redução da biomassa do final do ciclo.

Nesse contexto, Santos (2004) relata que o uso de modelos matemáticos para expressar o crescimento e seus parâmetros derivados (AF, IAF, etc..) é muito popular e pode eventualmente fornecer subsídios para melhor compreensão dos diferentes processos fisiológicos envolvidos na morfogênese da planta.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Localização**

A pesquisa foi desenvolvida no campus do Instituto de Ciências Sociais, Educação e Zootecnia da Universidade Federal do Amazonas no Município de Parintins, que fica localizado na região do baixo Amazonas, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude – 2°36'48" Sul e Longitude – 56°44' Oeste de Greenwich a 50m acima do nível do mar, e distante a aproximadamente 369 km em linha reta e 420km por via fluvial da cidade de Manaus – AM.

#### **3.2 Solo**

O município ocupa uma área territorial de 7.069km<sup>2</sup> localizando-se sobre uma formação quaternária e terraços holocênicos, apresentando a predominância dos solos Latossolo Amarelo Alíco e Podzólico Vermelho Amarelo Alíco na terra firme e de solos de aluvião, do tipo Gley Pouco Úmido eutrófico; apresentando fertilidade natural média e elevada nas áreas de várzea (COUTO, 2005).

#### **3.3 Clima**

De acordo com a classificação climática de Koppen, o clima enquadra-se no grupo climático A (tropical chuvoso), tipo Amw, que se caracteriza por apresentar uma estação seca de pequena duração. Entretanto, devido aos totais elevados de precipitação, possui umidade suficiente para alimentar a floresta de características tropicais. A precipitação pluviométrica é sempre superior a 2.000 mm ano<sup>-1</sup>. A temperatura média anual oscila em torno de 26°C, com pequena amplitude térmica. A umidade relativa do ar é sempre superior a 8% (COUTO, 2005).

### 3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), conhecida regionalmente pelos agricultores familiares como seis meses, sendo três tratamentos (adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação) e quatro repetições (R1, R2, R3 e R4). Cada repetição foi constituída por 16 plantas totalizando 192 plantas na área experimental.

### 3.5 Preparo da área experimental

A área experimental foi preparada com dois meses de antecedência do plantio, onde foram realizados limpeza e revolvimento do solo manualmente com a utilização de enxadas, seguidos de calagem em área total, conforme análise química do solo, objetivando elevar a saturação por bases a 60%. Após 60 dias da calagem, foi feito a demarcação da área que teve as dimensões de 8,0 m de largura por 9,6 m de comprimento, onde foi adotado o espaçamento de 0,80 m entre linhas e de 0,50 m entre plantas.

Após a demarcação foi realizado a casualização dos tratamentos e a aplicação do adubo orgânico de acordo com a recomendação da cultura, baseado na análise química do esterco bovino (Quadro 1), o que correspondeu a 12,8 kg de esterco bovino para cada linha, enquanto que a adubação mineral foi realizada com base no resultado da análise química do solo, o que correspondeu a 7 g.linha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio, 197,1 g.linha<sup>-1</sup> de superfosfato simples que foram aplicadas no ato do plantio e para adubação de cobertura foram 42 g.linha<sup>-1</sup> de uréia aos 30 dias após emergência (Quadro 2).

Laudo da análise química: esterco bovino	Umidade %	Resíduo mineral %	N %	P %	K %
	11,41	33,77	1,97	0,36	0,80

Quando 1- Laudo da análise química do esterco bovino da área do Matadouro Frigorífico Osório de Melo.

Resultados Analíticos									
pH		P	K	Na	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al <sup>3+</sup>	MO
H <sub>2</sub> O	-	mg.dm <sup>-3</sup>			cmolc.dm <sup>-3</sup>				dag.Kg <sup>-1</sup>
4,7	-	1	14	-	0,2	0,0	1,35	7,75	1,57
Análises Granulométricas									
Argila (%)		Areia Total (%)			Silte (%)			Classe Textural	
		dag.Kg <sup>-1</sup>							
16,80		79,70			3,5			Média	

Quadro 2- Resultado da análise física e química do solo da área experimental ICSEZ-UFAM/Parintins

### 3.6 Plantio

O plantio em sulcos foi feito utilizando manivas maduras com 2,5 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento, onde as manivas foram colocadas na posição horizontal dos sucos numa profundidade de até 10 cm.

### 3.7 Análises quantitativas do crescimento da mandioca

O acompanhamento do crescimento da cultura foi realizado segundo Watson (1952) e Blackman (1968), o qual se baseou na extração de uma planta de forma aleatória de cada repetição a cada 20 dias. Depois das coletas, as plantas foram acondicionadas em sacolas plásticas, com o intuito de minimizar as perdas de umidade, e encaminhadas ao laboratório onde foi feito a separação das unidades estruturais das plantas (raiz, caule, ramo, pecíolo e folhas), pesando-os imediatamente numa balança com precisão de 0,1g, obtendo-se assim o peso úmido. As folhas foram decalcadas em papel cartolina, recortadas e pesadas, de forma a comparar ao peso padrão de um recorte de papel cartolina de 100 cm<sup>2</sup>. Com os dados da

Massa Foliar Úmida (MFU), Peso do Decalque (PD) e Peso Padrão (PP), procedeu-se o cálculo que expressa o valor da Área Foliar (AF), como segue:

$$\text{Peso Padrão (g)} \text{ ----- } 100\text{cm}^2$$

$$\text{MFU (g)} \text{ ----- } X \text{ cm}^2$$

As unidades estruturais das plantas (raízes, caules, ramos, pecíolos e folhas) foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e em seguida colocadas numa estufa com circulação forçada a 85°C, onde permaneceram durante um período de 48 horas. Após 48 horas as amostras foram retiradas da estufa e colocadas no dissecador para esfriar e evitar a reidratação, em seguida as amostras foram pesadas obtendo-se a Massa Seca (MS). Com a determinação da área foliar e da massa da matéria seca total, que foi obtida através da soma da massa seca de todas as unidades estruturais da planta em cada coleta, através de fórmulas matemáticas obtiveram-se os índices fisiológicos Taxa de Crescimento Absoluto (TCA), Taxa de Crescimento Relativo (TCR), Taxa de Assimilação Líquida (TAL), Razão de Área Foliar (RAF), Área Foliar Específica (AFE), Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), e Índice de Área foliar (IAF), como seguem:

$$\text{TCA} = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{TCR} = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{TAL} = \frac{P_2 - P_1 \cdot \ln A_2 - \ln A_1}{t_2 - t_1 \cdot A_2 - A_1}$$

$$\text{RAF} = \frac{\text{AF}}{\text{MS}_{\text{total}}}$$

$$\text{AFE} = \frac{\text{AF}}{\text{MS}_{\text{folha}}}$$

$$\text{TCC} = \text{TAL} \cdot \text{IAF}$$

$$\text{IAF} = \text{TCR} \cdot \text{RAF}$$

Em que: P = peso, t = tempo, Ln = logaritmo natural, AF = área foliar, MS = matéria seca.

### 3.8 Análise de produção da mandioca



Aos 10 meses após emergência foi realizada a arranca da mandioca a fim de avaliar seu desempenho produtivo. Esta consistiu na retirada de cinco plantas por repetição, totalizando 20 plantas por tratamento. No momento da colheita as raízes e a parte aérea foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao laboratório de Solos, onde foi avaliado os seguintes parâmetros: número de raízes por planta, comprimento e diâmetro de raízes (cm), produtividade de raízes (kg ) e massa da parte aérea (g).

Os dados da pesquisa referentes à produção da cultura da mandioca foram analisados estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância com auxílio do programa MINITAB 16 ACADEMIC.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Análise de crescimento

A análise de crescimento ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição dos diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (LIMA, 2007). Os dados referentes à análise quantitativa de crescimento da cultura da mandioca para adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação ao longo do período experimental de 160 dias após emergência (DAE), estão sendo apresentados nos gráficos abaixo.

O gráfico 1 mostra a área foliar obtida por cada tratamento. Observa-se que, inicialmente, as plantas obedeceram a curva hipotética do crescimento de um vegetal. A partir dos 20 DAE, com o desenvolvimento do sistema radicular e o aparecimento das folhas, as plantas passaram a absorver nutrientes presentes no solo e a realizar o processo fotossintético resultando em um rápido crescimento, como pode ser visto no tratamento com adubação orgânica onde a área foliar se deslocou de 10 dm<sup>2</sup> para 40 dm<sup>2</sup>, chegando a 90 dm<sup>2</sup> aos 60 DAE. Já os tratamentos com adubação mineral e sem adubação permaneceram constantes, com área foliar de 10 dm<sup>2</sup> aos 20 DAE, chegando a 30 dm<sup>2</sup> aos 40 DAE e somente a partir dos 40 DAE começaram a se diferenciar, onde o tratamento com adubação mineral saiu de 30 dm<sup>2</sup> para 70 dm<sup>2</sup> e o tratamento sem adubação saiu de 30 dm<sup>2</sup> para 60 dm<sup>2</sup>. A partir dos 60 DAE houve uma queda na área foliar, onde o tratamento com adubação orgânica declinou de 90 dm<sup>2</sup> para 70 dm<sup>2</sup>, o tratamento com adubação mineral teve uma queda de 70 dm<sup>2</sup> para 50 dm<sup>2</sup> e no tratamento sem adubação permaneceu constante. Esse comportamento pode ser explicado em virtude do problema ocorrido na bomba que abastece a caixa d'água do ICSEZ, afetando na rega da cultura que era feita todas as manhãs e fim de tarde. O problema perdurou por 9 dias, tempo suficiente para que houvesse variações no crescimento da cultura já que a água é um fator fundamental na produção de um vegetal. Segundo Alves (2006) o

crescimento da área foliar é reduzido em resposta ao estresse hídrico, mas é rapidamente revertido após a eliminação do estresse. Observa-se que dos 80 aos 100 DAE houve um pequeno crescimento da área foliar para os tratamentos com adubação mineral e sem adubação, já o tratamento com adubação orgânica apresentou um elevado crescimento da área foliar. Após 100 DAE verificou-se uma queda brusca da área foliar, atingindo o mínimo para os três tratamentos aos 120 DAE. Este decréscimo é considerado normal, pois, de acordo com Alves (2006) a vida da folha da mandioca chega a 120 dias em ambientes com temperaturas mais altas que 24°C. A queda das folhas é um fenômeno natural e normal da cultura, à medida que a planta cresce as folhas vão caindo aos poucos, e sempre no sentido da base para o ápice (LOPES, 2006). Pode-se notar que houve um aumento da área foliar aos 140 DAE para os três tratamentos e, com exceção do tratamento mineral, aos 160 DAE apresentaram uma queda. O gráfico demonstra que o tratamento com adubação orgânica proporcionou maior área foliar.

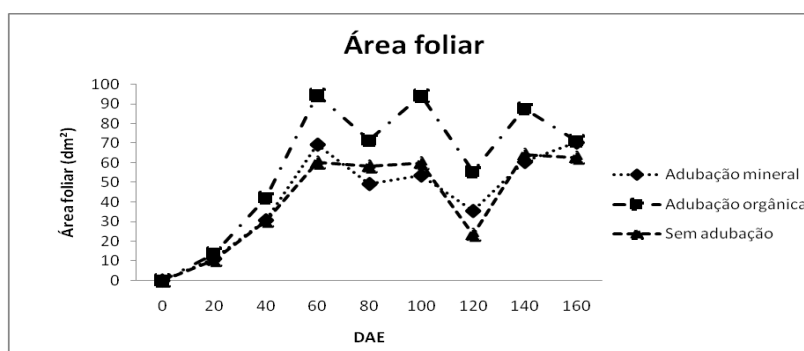


Gráfico 1. Área foliar (cm<sup>2</sup>) de plantas de mandioca em função dos tratamentos: adubação mineral, adubação orgânica e sem adubação.

No gráfico 2 encontram-se as curvas para a taxa assimilatória líquida (TAL) que pode ser positiva ou negativa, dependendo das condições a que a planta é submetida. Observa-se que a TAL foi negativa aos 40 DAE para os tratamentos com adubação mineral e sem adubação. Segundo Gomide *et al.* (2003), essa resposta da planta resulta do aumento da demanda respiratória pelas folhas que antes contribuíam na produção de fotoassimilados e com o avanço do sombreamento e idade, a folha assume papel de dreno, diminuindo a

eficiência fotossintética da planta. Para as plantas tratadas com adubação orgânica, a TAL foi decrescente dos 40 até os 80 DAE e a partir daí oscilou em todas as análises seguintes, atingindo o seu máximo aos 40 DAE e o seu mínimo aos 120 DAE. A TAL para os tratamentos com adubação mineral e sem adubação apresentou comportamento semelhante dos 40 aos 120 DAE, havendo um pico aos 140 DAE das plantas tratadas com adubação mineral. Aos 160 DAE ocorreu uma queda na TAL das plantas tratadas com adubação orgânica e mineral, já nas plantas sem adubação houve um pequeno aumento. Esses resultados representam o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido através da respiração, expressando a eficiência das folhas na produção de matéria seca e possibilitando estimar a fotossíntese líquida (URCHEI *et al.*, 2000).

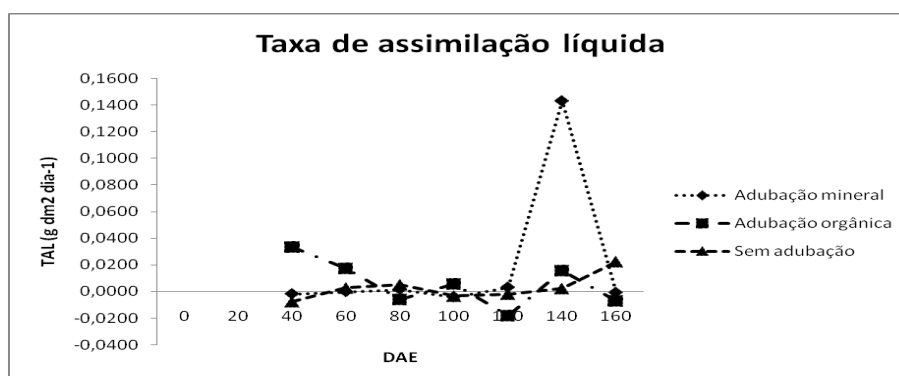


Gráfico 2. Taxa assimilatória líquida ( $\text{g}\cdot\text{dm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ ) da cultura da mandioca em função dos tratamentos: adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação.

No gráfico 3 verifica-se que a Massa Seca Foliar (MSF) de plantas de mandioca teve um aumento constante em todos os tratamentos até os 60 DAE, com exceção do tratamento sem adubação que apresentou um aumento até os 100 DAE. A maior MSF obtida foi do tratamento com adubação orgânica aos 60 DAE quando atingiu um valor de 45 g, os demais tratamentos apresentaram MSF máxima aos 140 DAE quando chegaram a atingir 35 g. Nota-se que aos 120 DAE houve um decréscimo na MSF para todos os tratamentos, isso está diretamente relacionado com a queda das folhas de mandioca aos 120 DAE que ocorre quando cultivadas em regiões com temperatura acima de 24°C.

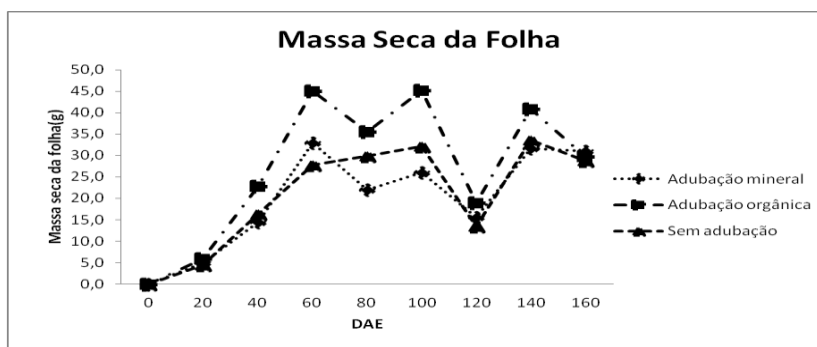


Gráfico 3. Massa seca da folha (g) da mandioca em função dos tratamentos: adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação.

No gráfico 4 está representada a área foliar específica (AFE) da mandioca. O comportamento da área foliar específica, que correlaciona a superfície com o peso de matéria seca da própria folha, oscilou em todos os tratamentos durante o período experimental de 160 DAE. Observa-se que os tratamentos com adubação orgânica e sem adubação permaneceram constantes até os 80 DAE, e a partir daí começaram a se diferenciar. A menor AFE para os tratamentos com adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação foi obtida aos 40, 140 e 120 DAE, respectivamente. A maior AFE para os tratamentos com adubação mineral e sem adubação foi obtida aos 20 DAE, e para o tratamento com adubação orgânica foi obtida aos 120 DAE. Barbieri Junior *et al.* (2007) relatam que os valores da AFE, no início do desenvolvimento, podem ser maiores, revelando folhas pouco espessas, com pouca massa seca e área foliar. O desenvolvimento da cultura proporciona aumento de área foliar e massa seca das folhas, provocando a diminuição da AFE.

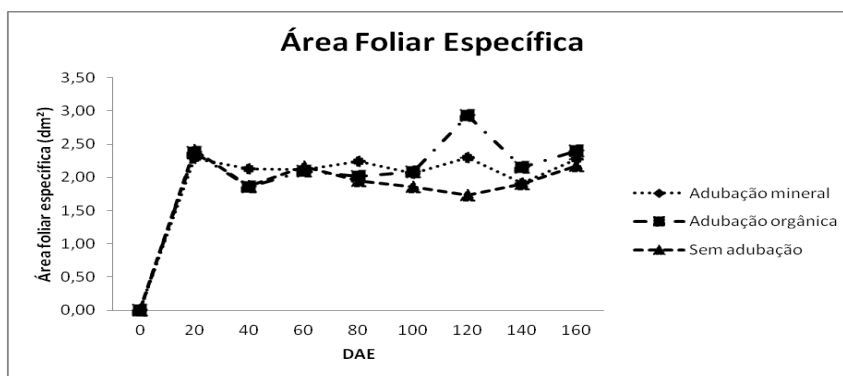


Gráfico 4. Área foliar específica (dm<sup>2</sup>) da mandioca em função dos tratamentos: adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação.

No gráfico 5 é apresentado os valores do índice de área foliar (IAF) que é um importante parâmetro biométrico para avaliar respostas de plantas a diferentes condições de ambiente, e representa a área foliar total por unidade de área do terreno funcionando como indicador da superfície disponível para interceptação e absorção de luz. Os tratamentos com adubação orgânica, mineral e sem adubação apresentaram o mesmo comportamento até os 120 DAE, não havendo diferenças nos valores do IAF encontrados que foi de 0 para todos os tratamentos, com exceção do tratamento sem adubação que durante o período experimental apresentou IAF de 0. Aos 140 DAE os tratamentos com adubação orgânica e mineral apresentaram um valor do IAF de 1,1 e 1,2, respectivamente. De acordo com Távora *et al.* (1995), a planta ideal de mandioca deve apresentar folhas grandes com lóbulos largos, de modo a atingir rapidamente e manter um índice de área foliar (L) entre 3 e 3,5.

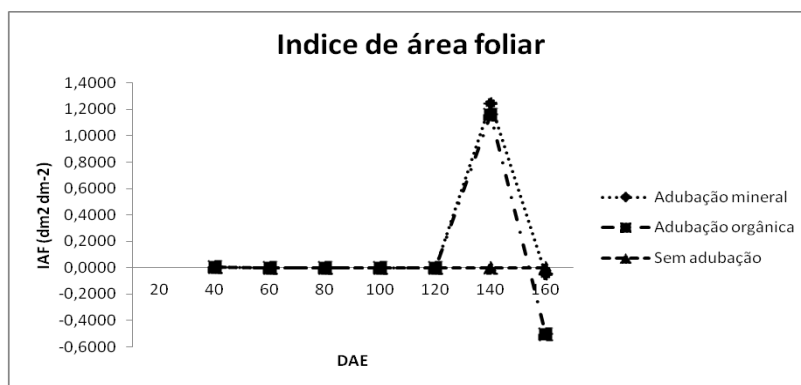


Gráfico 5. Índice de área foliar ( $\text{dm}^2$ ) da mandioca em função dos tratamentos: adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação.

A Taxa de Crescimento da Cultura (TCC), apresentado no gráfico 6, representa a quantidade total de matéria seca acumulada por unidade de área em função do tempo. Durante o período experimental de 120 DAE, a TCC assumiu valores iniciais iguais a 0 para todos os tratamentos, com exceção do tratamento sem adubação que apresentou uma TCC igual a 0 até a última análise aos 160 DAE. Os valores máximos encontrados para TCC foram aos 140 DAE,

estes variaram de acordo com os tratamentos, sendo  $0,02 \text{ g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  para o tratamento com adubação orgânica e  $0,18 \text{ g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  para o tratamento com adubação mineral. De acordo com Kvet *et al.* (1971), no período em que a TCC é máxima o IAF é ótimo e a fotossíntese é máxima, devido o fato do sombreamento ser mínimo otimizando assim a fotoassimilação.

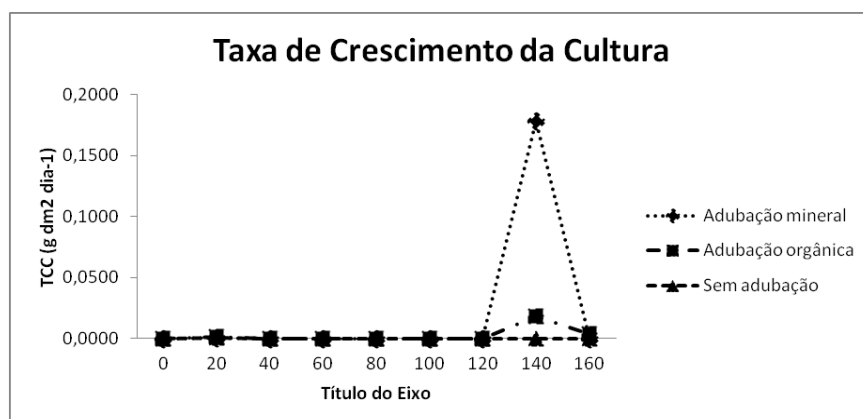


Gráfico 5. Índice de área foliar ( $\text{dm}^2$ ) da mandioca em função dos tratamentos: adubação orgânica, adubação mineral e sem adubação.

## 4.2 Análise de produção

Os dados da análise de variância referentes a produção de mandioca submetidos a adubação orgânica, mineral e sem adubação estão sendo apresentados na tabela abaixo.

Para os parâmetros número de raízes ( $p > 0,350$ ) e diâmetro de raízes ( $p > 0,165$ ) não foram detectados diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, pode-se inferir que o comportamento da cultura da mandioca não sofreu influência da adubação utilizada.

**Tabela 1-** Valores médios da massa da parte aérea (MPA, g), produtividade de raízes (PROD, kg), número de raízes (NR), comprimento de raízes (CR, cm) e diâmetro de raízes (DR, cm), da cultura de mandioca precoce, colhida aos 10 meses após emergência.

Adubação	MPA(g)	PROD(kg)	NR	CR(cm)	DR(cm)
Orgânica	0,37 a	2,53 a	7 a	21,29 a	14,90 a
Mineral	0,27 ab	1,85 b	8 a	17,66 ab	13,90 a
Sem adubação	0,26 b	1,61 b	7 a	22,10 b	13,66 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nota- se que os caracteres massa da parte aérea ( $p>0,030$ ) e comprimento de raízes ( $p>0,026$ ) apresentaram o mesmo comportamento, em que o tratamento com adubação orgânica não se diferiu do tratamento com adubação mineral, mas se diferiu do tratamento sem adubação, sendo que tratamento com adubação mineral, por sua vez, foi igual ao tratamento com adubação orgânica e sem adubação.

Verifica- se que o tratamento com adubação orgânica se diferiu estatisticamente dos demais tratamentos no parâmetro produtividade de raízes ( $p>0,004$ ). De acordo com Alves (2006) tem sido observada na mandioca uma correlação positiva entre a parte aérea e o rendimento das raízes de reserva, indicando que a parte aérea é crucial para determinar a taxa de crescimento da cultura e a taxa de tuberização das raízes. Esse comportamento pôde ser observado no experimento confirmando a citação de Alves (2006), ou seja, maior massa da parte aérea proporcionou maior produção de raízes. Ainda que o tratamento com adubação orgânica tenha apresentado um número de raízes inferior e igual ao tratamento com adubação mineral e sem adubação, respectivamente, isso não foi determinante na sua produtividade pois, o comprimento e diâmetro das raízes do tratamento com adubação orgânica foi superior aos demais tratamentos.



## **5 CONCLUSÃO**

As plantas tratadas com adubação orgânica foram superiores, às tratadas com adubação mineral e sem adubação, nos parâmetros indicativos do crescimento e produção, sendo o mais indicado para utilização no cultivo da mandioca. Pois, além de proporcionar respostas satisfatórias, é de fácil obtenção pelos produtores rurais e menos oneroso.

## 6 REFERÊNCIAS

- ADAMI, M.; HASTENREITER, F. A.; DANILTON, FLUMIGNAN, L.; FARIA, R. T. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 9-14.
- ALVES, A.A.C. Fisiologia da mandioca. In: EMBRAPA Mandioca e Fruticultura Tropical. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA. Cap.7, 2006, p.138-169.
- ARAÚJO JÚNIOR, B. B. **Crescimento e rendimento de milho cultivado com controle de plantas daninhas via consorciação com gliricídia**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal Rural do Semi- árido. Pró Reitoria de pesquisa e Pós- Graduação. Mossoró, RN.
- BARBIERI JUNIOR, D. *et al.* **Análise de crescimento de *Hymenea courbaril* L. sob efeito da inoculação micorriza e adubação fosfatada**. Revista de Ciências Agro- Ambientais, Alta florest, v. 5, n. 1, p. 1- 15, 2007.
- BARROS, G. S. de C. (Coord.). **Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de mandioca no Estado de São Paulo**. São Paulo: SEBRAE; Piracicaba: ESALQ-CEPEA, 2004. 347 p.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41p.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BRIGGS, G.E.; KID, F.; WEST, C. **A quantitative analysis of plant growth**. Part I. Annals of Applied Biology, v.7, p.103-123, 1920.
- CARVALHO, F. M. DE *et al.* **Manejo de solo em cultivo com mandioca em treze municípios da Região Sudoeste da Bahia**. Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 31, n. 2, p. 378-384, mar./abr., 2007.

COUTO, Raul (Org.). Plano Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável: Parintins – AM, 2005-2012/ Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, Projeto de Apoio aos Pequenos Produtores Rurais do Estado do Amazonas – Manaus: Ibama, ProVárzea, 2005. 172 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Mandioca. <[http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas\\_pesquisadas-mandioca.php&menu=2](http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?p=pesquisa-culturas_pesquisadas-mandioca.php&menu=2)>. Acesso em: 15 de outubro de 2012.

FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; Y GARCIA, A. G.; VILLA NOVA, N. A.; FAVARIN, M. G. G. V. **Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.6, p.769-773, jun. 2002.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. **Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, jan./mar. 2005.

FURLANETO, F. de P. B.; KANTHACK, R. A. D.; ESPERANCINI, M. S. T. **Análise econômica da cultura de mandioca no Médio Paranapanema, estado de São Paulo.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 5, n. 1, Janeiro de 2008.

GOMIDE, C. A. M. *et al.* **Índices Morfogênicos e de Crescimento durante o estabelecimento e a Rebrotação do Capim- Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.).** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 4, p. 795- 803, 2003.

GROXKO, M. **Mandiocultura.** In- Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/12. 2011. p. 14. Secretaria da agricultura e do abastecimento. Brasil, Paraná.

IBGE (2011) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acessado em: 20 mar. 2011.

KVET, J.; ONDOCK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTAK, Z.; CATSKY, J.; JARVIS, P. G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods.** Haia: N. V. Publishers, 1971. p. 343-349.

LIMA, J.L.; PEIXOTO, C.P.; LEDO, C.A.S. **Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação.** Ciência Agrotécnica, Lavras, v.31, n.5, p.1358-1363, 2007.

LOPES, A. C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca.** 2006. 68f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. **Fisiologia Vegetal.** EPU/EDUSP, São Paulo. 1979. v. 1, p. 331-350.

MOREIRA, G. L. P. Análise bromatológica da parte aérea de variedades de mandioca em função do intervalo entre podas. In: **Intervalo entre podas em mandioca.** 2011. 120f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Vitória da Conquista.

OLIVEIRA, Marcelo Alvares de; FIORINE, Rafael Augusto. **Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo.** Revista Raízes e Amidos Tropicais. Botucatu, v. 2, p. 12- 26, outubro, 2006.

SANTOS, D. M. M. 2004. **Análise de crescimento de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): Roteiro Para Aulas Práticas de Fisiologia Vegetal.** Jaboticabal, Unesp, 5 p.

SILVA, Luiz Carlos; MACÊDO, Napoleão Esberard de; NETO, Malaquias da Silva Amorim. **Análise de Crescimento de Comunidades Vegetais.** Circular Técnica, cap. 34. Campina Grande/PB, maio, 2000.

SOUZA, L. da S.; SILVA, J. da.; SOUZA, L. D. **Recomendação de Calagem e Adubação para o cultivo da Mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009.

URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. **Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 3, p.497-506, 2000.

