

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**MARTIOS ECCO**

**NÍVEIS E ÉPOCAS DE DESFOLHA ARTIFICIAL NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO DA CULTURA DA MANDIOCA**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2015**

**MARTIOS ECCO**

**NÍVEIS E ÉPOCAS DE DESFOLHA ARTIFICIAL NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO DA CULTURA DA MANDIOCA**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Doctor Scientiae.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa

Coorientador: Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2015**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

E17n Ecco, Martios  
Níveis e épocas de desfolha artificial no desempenho agrônomo da cultura da  
mandioca. / Martios Ecco. – Marechal Cândido Rondon, 2015.  
101 f.

Orientador: Dr. Antonio Carlos Torres da Costa  
Coorientadores: Dr. José Barbosa Duarte Júnior  
Dr. Vandeir Francisco Guimarães

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná,  
Campus de Marechal Cândido Rondon, 2015.

1. Mandioca. I. Costa, Antonio Carlos Torres da. II. Duarte Júnior, José Barbosa.  
III. Guimarães, Vandeir Francisco. IV. Título.

CDD 22. ed. 633.682  
CIP-NBR 12899

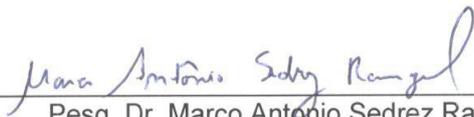
---

MARTIOS ECCO

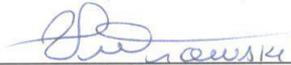
NÍVEIS E ÉPOCAS DE DESFOLHA ARTIFICIAL NO DESEMPENHO  
AGRONÔMICO DA CULTURA DA MANDIOCA

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 31 de julho de 2015



Pesq. Dr. Marco Antonio Sedrez Rangel  
(EMBRAPA)

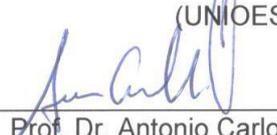


Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Vanda Pietrowski  
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Emerson Fey  
(UNIOESTE)

Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães  
(UNIOESTE)



Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa  
(Orientador)  
(UNIOESTE)

A meus queridos pais, Francisco e Rosa, que dignamente me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e da persistência.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo que aconteceu em minha vida. Que através de sua luz iluminaste meus caminhos e minhas escolhas.

A meus pais, Francisco Ecco e Rosa Maria Ecco, por tudo que fizeram por mim. Que nunca mediram esforços para continuar me incentivando a cada dia, principalmente nos momentos difíceis, onde em muitos momentos o “fardo era pesado demais para carregar”.

A meus irmãos, Marcelo Ecco e Marcondes Ecco, que nunca deixaram de me incentivar.

A minha esposa e amiga, Diahãne V. Salvini Ecco, que esteve ao meu lado nestes últimos meses de minha jornada neste doutorado, compreendendo minhas atitudes e palavras, para que o ânimo e a perseverança sempre permanecessem em mim.

Aos meus amigos Augustinho Borsoi, Jean Sérgio Rosset, Paulo Ricardo Lima e a todos aos meus colegas de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e alunos do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, que me ajudaram na medida do possível a realizar o experimento a campo, pois sem a ajuda de vocês seria muito mais moroso e custoso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa, pela confiança, amizade e, principalmente, pela realização deste trabalho, pois tenho certeza de que sem ti, este não seria realizado.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná, por ter contribuído na minha vida profissional me proporcionando conhecimentos.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante a realização da pós-graduação.

“O que mais preocupa, não é o grito dos violentos, dos corruptos, dos desonestos, dos sem caráter, dos sem ética, o que mais preocupa, é o silêncio dos bons. ”

Martin Luther King

## RESUMO

ECCO, Martios, D. S., Universidade Estadual do Oeste do Paraná, julho de 2015. **Níveis e épocas de desfolha artificial no desempenho agrônômico da cultura da mandioca.** Orientador: Antonio Carlos Torres da Costa. Coorientador: José Barbosa Duarte Júnior e Vandeir Francisco Guimarães.

As raízes da mandioca são dependentes das folhas para a produção de fotoassimilados que serão convertidos em açúcares e acumulados nas raízes como amido. A desfolha artificial em culturas de importância econômica torna-se uma metodologia útil para simular danos de pragas desfolhadoras e também por condições climáticas (granizo). Este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônômico da cultura da mandioca em função das épocas e dos níveis de desfolha artificial. O experimento foi realizado no município de Guaíra-PR em um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 5, sendo 5 níveis de desfolha e 5 épocas de desfolha artificial, com 3 repetições. Os níveis constituíram de 0, 25, 50, 75 e 100% de desfolha, realizada com auxílio de uma tesoura cortando as devidas proporções de todas as folhas da planta, em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura. As desfolhas foram realizadas aos 45, 90, 135, 180 e 225 dias após o plantio e após a brotação das ramas de primeiro ciclo. Foi verificado que o comportamento das variáveis altura de planta e diâmetro de caule foram semelhantes nos dois ciclos de desenvolvimento por meio da interação dos fatores níveis e épocas de desfolha, enquanto para o número de folhas, houve um acréscimo quando a planta foi desfolhada totalmente durante o segundo ciclo nos 90 e 135 DAB devido ter proporcionado a maior ramificação do caule, porém, não contribuíram para variações na massa da parte aérea e no acúmulo de fécula nas raízes. O tamanho das raízes (comprimento e diâmetro) pouco foram influenciadas pelos tratamentos e, o número de raízes por planta apesar de ter apresentado efeito significativo quando submetido aos tratamentos no segundo ciclo da cultura, ocorreu deterioração das mesmas, devido possivelmente pelas condições ambientais e pelas características genéticas do material e não pelos tratamentos aplicados. As desfolhas mais drásticas (75 e 100%) quando aplicado aos 132 dias após o plantio obteve uma produção de 33874 kg ha<sup>-1</sup> sendo suficientes para reduzir a massa de raízes por planta de forma intensa, enquanto que para a deposição de amido (fécula) nas raízes tuberosas somente os níveis obtiveram efeito significativo para redução de sua quantidade acumulada, apresentando de forma geral efeito linear decrescente de acordo com o aumento da desfolha. Pode-se concluir que a planta de mandioca desfolhada aos 45 dias após o plantio ou após a brotação consegue se recuperar dos danos de desfolha e que os níveis e as épocas de desfolha, pouco interferem no tamanho das raízes e, o número de raízes por planta não foi influenciado pelo desfolhamento em diferentes níveis nem em diferentes épocas, porém, desfolhamento entre 122 e 132 dias após o plantio e a brotação do caule, resulta em maior prejuízo a massa de raiz. Já para o aspecto qualitativo, os níveis de desfolha mais drásticos (75 e 100%) causam as maiores perdas na quantidade de fécula armazenada nas raízes tuberosas independente da época de desfolhamento.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Corte. *Erinnyis ello*. Folha. Fécula.

## ABSTRACT

ECCO, Martios, D. S. State University of Western Paraná, in July 2015. **Levels and times defoliation in agronomic performance in cassava.** Advisor: Antonio Carlos Torres da Costa. Co-Advisors: José Barbosa Duarte Júnior and Vandeir Francisco Guimarães.

Cassava roots are dependent on the leaves for the production of assimilates to be converted into sugars and accumulated in roots and starch. The artificial defoliation in economic importance of culture becomes a useful methodology to simulate damage of defoliating pests and also by climatic conditions (hail). This study aimed to evaluate the agronomic performance of the cassava crop in terms of times and levels of artificial defoliation. The experiment was conducted in Guaira, PR municipality in a Oxisol clayey. The experimental design was randomized blocks in a factorial 5 x 5, 5 levels of defoliation and 5 times of artificial defoliation, with 3 repetitions. The levels consisted of 0, 25, 50, 75 and 100% defoliation, performed with the aid of scissors cutting the proper proportions of all the leaves of the plant at different times of culture development. The leafless were performed at 45, 90, 135, 180 and 225 days after planting and after the sprouting of the branches of the first cycle. It was found that the behavior of the variables plant height and stem diameter were similar in the two cycles of development through interaction levels factors and times of defoliation, while the number of leaves, there was an increase when the plant was completely defoliated during the second cycle in the 90 and 135 DAB because it provided the largest branch of the stem, however, did not contribute to variations in shoot mass and starch accumulation in roots. The size of the roots (length and diameter) just were affected by treatments and the number of roots per plant despite having significant effect when subjected to treatment in the second crop cycle, was deteriorating same due possibly by environmental conditions and by genetic characteristics of the material and not the applied treatments. The most drastic defoliation (75 and 100%) when applied at 132 days after planting obtained an output of 33874 kg ha<sup>-1</sup> sufficient to reduce the mass of roots intensively plant, while for the deposition of starch (starch ) the tuberous roots only levels had a significant effect to reduce their accumulated amount, with generally linear effect according to the increased defoliation. It can be concluded that the leafless cassava plant at 45 days after planting or after sprouting can recover from defoliation damage and the levels and times of defoliation, little interfere with root size and the number of roots plant was not influenced by defoliation at different levels or at different times, however, defoliation between 122 and 132 days after planting and stem sprouting, resulting in greater damage to root mass. As for the qualitative aspect, the most drastic defoliation levels (75 and 100%) cause the greatest losses in the amount of starch stored in independent storage roots of defoliation season.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Court. *Erinnyis ello*. Leaf. Starch.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Ambiente protegido para abrigo do Datalogger para mensurações de temperatura e umidade relativa do ar.....300
- Figura 2 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de 20/12/2012 a 31/07/2013 mensuradas por um datalogger e um pluviômetro instalado na área experimental de mandioca de primeiro ciclo no município de Guaíra/PR.....311
- Figura 3 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de 01/08/2013 a 20/07/2014 mensuradas por um datalogger e um pluviômetro instalado na área experimental de mandioca de segundo ciclo no município de Guaíra/PR.....321
- Figura 4 - Momento da desfolha artificial: A) 25% de desfolha, B) 50% de desfolha, C) 75% de desfolha e D) 100% de desfolha. ....344
- Figura 5 - Plantas de mandioca aos 135 DAP no primeiro ciclo onde não foi realizada a desfolha artificial.....354
- Figura 6 - Pós-desfolha artificial em 135 DAP no primeiro ciclo: A) 25% de desfolha, B) 50% de desfolha, C) 75% de desfolha e D) 100% de desfolha. ....39
- Figura 7 - Altura média de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....401
- Figura 8 - Altura média de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....422
- Figura 9 - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.....434
- Figura 10 - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.....455

Figura 11 - Número médio de folhas por planta de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.....	47
Figura 12 - Número médio de folhas por planta de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.....	49
Figura 13 - Diâmetro médio de raízes de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....	503
Figura 14 - Diâmetro médio de raízes de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....	521
Figura 15 - Massa de raízes por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....	565
Figura 16 - Massa de raízes por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial..	57
Figura 17 - Massa de cepa por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....	621
Figura 18 - Massa total de planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....	643
Figura 19 - Massa total de planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....	654
Figura 20 - Quantidade de fécula presente em 5 Kg de raízes da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....	67
Figura 21 - Altura média de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....	71

Figura 22 - Altura média de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial..72

Figura 23 - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha.....73

Figura 24 - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha.....74

Figura 25 - Número médio de folhas por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.....76

Figura 26 - Número médio de folhas por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.....77

Figura 27 - Número de raízes por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....79

Figura 28 - Número de raízes por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....810

Figura 29 - Massa de raízes de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014 submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. .... **Erro! Indicador não definido.**2

Figura 30 – Massa de raízes de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. .... **Erro! Indicador não definido.**4

Figura 31 – Massa de cepa de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....865

Figura 32 – Massa total da planta de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial. ....887

Figura 33 – Massa total da planta de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial..88

Figura 34 - Quantidade de amido presente em 5 Kg de raízes da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. ....89

## LISTA DE QUADRO E TABELAS

Tabela 1 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), altura de planta, diâmetro de haste e número de folhas por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13.....38

Tabela 2 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), comprimento de raiz, diâmetro de raiz e número de raízes por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13 .....48

Tabela 3 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), massa da parte aérea (PPA), massa de raiz (PR), massa de cepa (PC), massa total de planta (PT) e quantidade de fécula em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13 .....54

Tabela 4 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/14.....68

Tabela 5 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), comprimento de raiz, diâmetro de raiz e número de raízes por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/14 .....78

Tabela 6 - Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), massa da parte aérea (PPA), massa de raiz (PR), massa de cepa (PC), massa total de planta (PT) e quantidade de fécula em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/14 .....821

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1.	CULTURA DA MANDIOCA.....	18
2.2.	PRAGAS DESFOLHADORAS .....	24
2.3.	IMPORTÂNCIA DA ÁREA FOLIAR E A METODOLOGIA DA DESFOLHA ARTIFICIAL EM CULTURAS .....	26
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
3.1.	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL .....	30
3.2.	TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	32
3.3.	CULTIVAR.....	33
3.4.	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	33
3.5.	CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS.....	37
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>39</b>
4.1.	PRIMEIRO CICLO DA CULTURA DA MANDIOCA .....	39
4.2.	SEGUNDO CICLO DE CULTIVO DA MANDIOCA.....	69
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>92</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* L. Crantz) destaca-se como uma planta de muitos usos, desde a alimentação humana e animal até ao uso industrial. É a principal fonte de carboidratos para milhões de pessoas no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento (SOUZA et al. 2006).

O componente morfológico de maior interesse são as raízes, que por sua vez são altamente dependentes das folhas para a produção de fotoassimilados que serão convertidos em açúcares e acumulados nas raízes como a fécula (amido). De acordo com Marchi (2008), a produção de fotoassimilados pode ser afetada pelas condições climáticas (temperatura, luminosidade, água, granizo etc) e, por ataque de doenças e pragas que acarretam na redução da área foliar.

Muitas pragas atacam a cultura da mandioca, inibindo o transporte de nutrientes ou reduzindo a brotação do material de plantio, mas seu principal dano é a redução da área foliar, ocasionando reduções da taxa fotossintética ativa da planta, que acarretará na diminuição da translocação de fotoassimilados para os tubérculos e, conseqüentemente resultará em queda da produção (SOUZA et al. 2006). A produção está diretamente relacionada à capacidade fotossintética das plantas e, portanto, na dependência do índice de área foliar (PETERSON et al. 1998).

Em diversos países, trabalhos têm sido realizados com diversas culturas visando adequar medidas de controle para se determinar parâmetros seguros no estabelecimento do nível de dano econômico de determinada praga ou de condições climáticas, com destaque para aqueles de desfolha artificial (LIMA JÚNIOR et al. 2010; SCARPARE FILHO et al. 2010; BERTONCELLO et al. 2011).

A desfolha artificial em culturas de importância econômica é uma metodologia útil para simular danos ocorrentes em lavouras, tais como os frequentes ataques de pragas desfolhadoras ou uma eventual chuva de granizo. Portanto, permite mensurar o quanto de desfolha a cultura pode suportar em determinado estágio fenológico, além de quantificar a perda de produtividade em diferentes níveis de desfolha (BERTONCELLO et al. 2011).

Atualmente, as pesquisas com níveis e épocas de desfolha artificial em mandioca são escassas. Segundo Barrigossi et al. (2002), houve alguns estudos voltados a simulação de danos na área foliar da mandioca na década de 80, na

tentativa de quantificar as perdas de rendimento devido a desfolha por lagartas de *Erinnyis ello* em diferentes instares.

No desfolhamento há determinado nível e época de desenvolvimento da cultura, pode não haver prejuízos à mesma assim como no trabalho de BARRIGOSI et al., (2002) testando larvas de *E. ello* nos primeiros instares. Com base neste trabalho citado, este estudo voltado à cultura da mandioca, pode permitir por meio do desfolhamento artificial, que mesmo com um maior percentual de desfolha pode não proporcionar em maiores prejuízos a cultura, dependendo do estágio de desenvolvimento que a cultura se encontra.

Com informações sobre o percentual de desfolha tolerável e a época de desenvolvimento da cultura da mandioca em que é menos sensível ao desfolhamento, pode-se ter condições eficientes e precisas para se obter economia na aplicação de inseticidas que são escassos para esta cultura e, evitar possíveis prejuízos na produtividade de raízes e quantidade de fécula, devido à intensidade de consumo foliar pelas pragas desfolhadoras. Desta forma, as informações obtidas neste trabalho, podem reduzir os custos do controle químico, evitar ou retardar a seleção de populações resistentes, evoluídas a partir das aplicações contínuas de inseticidas (FAZOLIN; ESTRELA, 2003), minimizarem a contaminação do ambiente e diminuir danos acidentais pelo uso irracional dos produtos químicos.

Face à grande influência do desfolhamento nos componentes de produção, repercutindo em última instância na produtividade, qualidade e rentabilidade, o estudo sobre níveis de desfolha em diferentes épocas de desenvolvimento da mandioca fornecem subsídios sobre o comportamento da planta no que diz respeito à capacidade de suportar desfolhas, como daquelas decorrentes do ataque de pragas, ou qualquer outro fator que venha a reduzir área foliar. Com base na justificativa do trabalho, o mesmo tem como objetivo avaliar o desempenho agrônômico da cultura da mandioca em função de épocas e níveis de desfolha artificial.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca é uma planta dicotiledônea, da ordem *Euphorbiales*, família *Euphorbiaceae*, gênero *Manihot* e sua espécie é a *Manihot esculenta* L. Crantz (TAKAHASHI; GONÇALO, 2005; TAKAHASHI et al. 2002). A família *Euphorbiaceae* caracteriza-se pelo notável desenvolvimento dos vasos lactíferos, tendo também como representantes a seringueira e a mamona (SOUZA et al. 2006).

A mandioca é cultivada em muitas situações como cultura de subsistência, devido à tolerância a solos pobres e ácidos e as condições climáticas adversas, sendo empregada baixa tecnologia nestas condições, fato este, que corrobora com a falta de interesse das grandes empresas multinacionais de buscar materiais mais produtivos e adaptados como é o caso de outras culturas como a soja, milho, trigo e algodão (TAKAHASHI et al. 2002; TAKAHASHI; GONÇALO, 2005). No entanto, essa realidade é diferente na região centro-sul do Brasil, principal região produtora, em que a cultura é bem vista por grande parte dos produtores agrícolas que a utilizam na rotação com culturas anuais. Nesta região grande parte dos produtores realiza o manejo do solo e da cultura tendo auxílio de assistência técnica, objetivando alta rentabilidade (FURNALETO et al. 2007).

A mandioca é uma planta perene e seu ciclo de crescimento é de 9 a 12 meses em áreas com temperaturas mais elevadas e de até 24 meses, em regiões mais frias ou mais secas (AGUIAR, 2003; FIALHO; VIEIRA, 2007). Porém, raramente é cultivada em regiões frias e secas, portanto, seu ciclo de desenvolvimento é de aproximadamente 12 meses, sendo considerada mandioca de “1º ciclo”. Dependendo da variedade e das condições de cultivo, os agricultores deixam a mandioca por 18 a 24 meses sem realizar a colheita, sendo considerada neste caso, como mandioca de “2º ciclo”. Portanto, em regiões de baixa tecnologia a mandioca se torna um cultivo de segurança contra a fome e, em regiões mais tecnificadas permite ao agricultor realizar a colheita no momento em que o preço do amido se encontra com maior valorização, permitindo uma maior renda (FAGUNDES, 2009).

A mandioca pode ser propagada vegetativamente, ou seja, através das manivas ou estacas (pedaços do caule) para fins de cultivo comercial ou através de sementes, sendo importante nos programas de melhoramento genético (ANDRADE, 2010).

Por ser uma planta perene, pode crescer indefinidamente, alternando períodos de crescimento vegetativo, armazenamento de carboidratos nas raízes e, até períodos de total dormência, ocasionada por períodos prolongados de baixa temperatura e precipitações (SOUZA et al. 2006; TAKAHASHI et al. 2002).

Dependendo das práticas culturais, condições ambientais e, principalmente das diferenças varietais, a mandioca para completar um ciclo de crescimento, passa por cinco estádios fenológicos, conforme Alves (2006): a) brotação das manivas e emergência; b) início do desenvolvimento foliar e formação do sistema radicular; c) desenvolvimento da parte aérea (estabelecimento da copa); d) translocação de carboidratos para as raízes (engrossamento das raízes de reserva e acumulação de amido); e) dormência (fase comum nas regiões subtropicais, conhecida também como fase de repouso vegetativo, com a queda das folhas e a máxima acumulação de amido).

A fase de brotação das manivas e emergência ocorrem de 5 a 15 dias após o plantio (DAP) em que, primeiramente surgem as primeiras raízes adventícias a partir da superfície basal da maniva. Os brotos e as raízes formam-se a partir das reservas existentes nas manivas (ALVES, 2006; BURGOS et al. 2013). Quando as raízes adventícias atingem 8 cm de comprimento, aparece a primeira brotação, e aos 10-12 dias brotam as primeiras folhas. Normalmente, aos 15 dias está terminada esta fase (ALVES, 2006).

Na terceira semana, inicia-se o crescimento de raízes fibrosas, que brotam do 'callus'. O principal órgão de armazenamento de amido é a raiz tuberosa. A tuberização se inicia ao redor de 30 dias após o plantio, desde que a planta já possua uma parte aérea (SOUZA et al. 2006). Nesta fase a plântula já não depende mais da maniva-semente, pois com o desenvolvimento das folhas verdadeiras, o processo fotossintético torna-se eficiente para o crescimento da planta. Segundo Rós et al. (2011), as raízes fibrosas começam a crescer e a substituir as raízes adventícias, alcançando 40 a 50 cm de profundidade e atuam na absorção de água

e nutrientes. Poucas raízes fibrosas (3 a 14) se tornam raízes de reserva (raízes tuberosas) que se diferenciam das fibrosas a partir de 60 a 90 DAP.

De acordo com Takahashi et al. (2002), cerca de 6 semanas após a brotação, algumas raízes fibrosas começam a engrossar rapidamente, depositando grandes quantidades de grânulos de amido no parênquima do xilema. O número de raízes que se transformarão em tuberosas é determinado nos 2 a 3 meses após a brotação na maioria dos cultivares. A duração desta fase de formação do sistema radicular é de cerca de 70 dias. Após 90 dias da brotação das plantas, inicia-se o período mais acentuado da tuberização, devido à redução do crescimento da parte aérea (MATTOS; GOMES, 2000).

Com o desenvolvimento das primeiras folhas, as mesmas tornam-se capazes de interceptar grande quantidade de luz que incide na copa, aumentando o desenvolvimento da parte aérea. A ramificação e a arquitetura da planta são definidas nesta fase (SOUZA et al. 2006). Observa-se a formação de folhas pequenas, com poucos lóbulos. O ápice chega a produzir até cinco folhas por semana (BURGOS et al. 2013). As raízes continuam a crescer, mas o engrossamento é bem reduzido, pois os carboidratos produzidos são utilizados na produção de novas folhas (TAKAHASHI et al. 2002), no qual o crescimento vegetativo é mais ativo. Se o crescimento aéreo for limitado por meio da remoção dos ápices, ocorre o engrossamento das raízes em função de maior acumulação de carboidratos (TAKAHASHI et al. 2002).

Segundo Johans e Contiero (2006), o sombreamento desencadeia abscisão ou queda das folhas dependendo da intensidade, o que pode proporcionar em redução da área foliar podendo levar a perda de peso das raízes.

De acordo com Oliveira et al. (2010), devido ao sombreamento entre as plantas próximas e o próprio autossombreamento, as plantas de mandioca passam a competir por luz. A competição por luminosidade pode levar as plantas a terem um crescimento vegetativo exagerado, obtendo baixa atividade fotossintética proporcionando produções inferiores de raízes e de amido acumulado (fécula).

O desenvolvimento de raízes é também fortemente influenciado pelo número de ramificações do caule, pois quanto maior o número de ramificações, maior será a competição entre o desenvolvimento das raízes e a parte aérea. Assim o fluxo de carboidratos pode ser alterado nos primeiros estádios de desenvolvimento, quando

se inicia a diferenciação das raízes tuberosas, afetando a capacidade de armazenamento destas raízes (ALVES, 2006).

Segundo Fagundes (2009), quando ocorre o desenvolvimento da parte aérea, a planta de mandioca entra em uma fase de translocação de carboidratos para suas raízes, tendo uma acelerada translocação de fotoassimilados das folhas para as raízes aumentando a tuberização, fazendo com que haja as maiores taxas de acúmulo de matéria seca para as raízes, onde as ramificações do caule tornam-se lignificadas e as folhas entram em senescência e caem.

O rendimento de raízes tuberosas é resultado da quantidade de carboidratos disponíveis durante a fase de desenvolvimento da planta e da capacidade destas mesmas raízes acumularem estes carboidratos na forma de fécula (AGUIAR, 2003), porem, este acúmulo é dependente da competição da parte aérea e subterrânea, por este assimilado que ao contrário de outras culturas o desenvolvimento de parte aérea e subterrânea se dá em conjunto havendo competição entre si.

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) é propagada vegetativamente e possui órgãos de armazenamento, na qual, o transporte e acúmulo de carboidratos são destinados exclusivamente aos tubérculos (NURMBERG et al. 1999), ao contrário da cultura da mandioca, onde os assimilados produzidos nas folhas, são distribuídos entre as raízes de reserva e ramos (ramificações) que serão utilizadas posteriormente para a produção da maniva semente. De acordo com Lorenzi et al. (1996), a translocação de assimilados se dá das folhas para as ramificações, antes da senescência das folhas, e em seguida ocorre a translocação das ramificações para as raízes tuberosas.

A fase de dormência conhecida como “repouso”, ocorre com a queda da atividade metabólica sendo mais característica de regiões com baixas temperaturas ou períodos definidos de estiagem (AGUIAR, 2003; FAGUNDES et al. 2010). De acordo com Souza et al. (2006), a planta perde as folhas, reduz sua atividade vegetativa, permanecendo a migração de amido pelas raízes. Com isso completa-se um ciclo de 9 a 12 meses. Posteriormente recomeça um segundo período de atividade, com nova formação de folhas até o 16º mês. Do 17º ao 22º mês, haverá novamente a formação de fécula, para que a planta entre em repouso. Aos 23 meses ele já perdeu todas as folhas. A queda de folhas é natural da espécie, sendo

maior abaixo de 20 °C. É no período de repouso que as plantas acumulam o máximo de fécula nas raízes.

Em mandioca, observa-se correlação positiva entre área foliar ou duração da área foliar e o rendimento de raízes de reserva, indicando que a área foliar é fundamental para determinar a taxa de crescimento da cultura e a taxa de tuberização das raízes (ALVES, 2006), sendo a área foliar total dependente do número de ápices (ramificações do caule), do número de folhas por ápice, do tamanho e longevidade da folha, porém, um grande número de ápices pode ser prejudicial devido ser um forte dreno.

De acordo com Souza et al. (2006), a folha alcança seu tamanho total final de 10 a 12 dias e, sua vida até a abscisão depende da variedade, nível de sombreamento (radiação solar), déficit hídrico e temperatura, podendo variar de 40 a 210 dias, mas comumente persiste de 60 a 120 dias, sendo o número de folhas por haste de 4 a 22 e por planta de 40 a 126, possuindo normalmente uma área foliar de 1,24 a 3,38 m<sup>2</sup>. Após 120 DAP é atingido o índice de área foliar (IAF) ótimo para a tuberização (3 a 3,5) sendo que quando o IAF se encontra em torno de 5 a 6 começa a haver uma abscisão significativa (AGUIAR, 2003; SOUZA et al. 2006).

O desenvolvimento e crescimento foliar segundo Alves (2006) são dependentes essencialmente dos processos de divisão e expansão celular, que determinam o número de células por folha madura e o tamanho das células. A área foliar final é dependente de dois fatores básicos: divisão e crescimento celular. A transição de divisão para expansão celular é discreta e, ocorre quando a área foliar alcança 5% do seu tamanho final, correspondendo aproximadamente à primeira folha fechada da base para o ápice (OLIVEIRA et al. 2007). Portanto, quando a folha de mandioca começa a se abrir, quase toda a divisão celular deixa de ocorrer, um rápido processo de expansão celular se inicia.

Conforme Streck et al. (2014), durante o crescimento da mandioca, na fotossíntese os carboidratos produzidos devem ser distribuídos para assegurar um bom desenvolvimento da fonte (folhas ativas) e fornecer fotoassimilados para os drenos (raízes tuberosas, caule e folhas em crescimento). Até os 75 DAP acumula mais massa seca (MS) nas folhas, posteriormente, em torno de 120 DAP, 50 a 60% da massa seca total são atribuído as raízes tuberosas. A distribuição da MS para as partes economicamente úteis da planta é medida pelo índice de colheita (IC), o qual

para a mandioca representa a eficiência da produção de raízes pelo peso total da planta (ALVES, 2006).

Sobre a floração, a mandioca pode ou não florescer. A temperatura ideal para a floração é de 24°C, e segundo alguns pesquisadores a floração tem início com a ramificação das hastes, a qual é promovida por dias longos em algumas variedades, assim como maior desenvolvimento de parte aérea. Normalmente o meristema apical torna-se reprodutivo quando ocorre a ramificação, mas o aborto de flores é muito comum. Em relação ao fotoperíodo, vários trabalhos sugerem que a floração ocorre em maior concentração com 13,5 horas de luz, sugerindo que o aumento do comprimento do dia possui efeito direto sobre a floração e o crescimento de parte aérea (ALVES, 2006).

A planta de mandioca apresenta elevada eficiência na utilização da água, a qual está associada com as características de trocas gasosas nas folhas conferindo em tolerância ao déficit hídrico, porém, suas características são diferentes daquelas observadas em plantas C3 e C4 (LAGO, 2011).

De acordo com El-Sharkawy et al. (1989), plantas C3, tem como primeiro produto da fixação do CO<sub>2</sub> um composto de 3 carbonos, abrangendo plantas que possuem somente a enzima Rubisco, pertencente ao ciclo de Calvin como alternativa para a fixação do carbono. A reação de carboxilação da Rubisco resulta na produção de duas moléculas idênticas do mesmo composto (ácido 3-fosfoglicérico).

Plantas C4 apresentam duas reações de carboxilação, uma pela Rubisco e outra pela enzima fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcase). O produto da PEPcase é um composto de 4 carbonos (ácido oxaloacético) (EL-SHARKAVY et al. 1989).

Todos os tipos de plantas C4 possuem dois mecanismos de fixação do carbono, os quais encontram-se separadamente; enquanto a fixação do carbono pela PEPcase ocorre nas células do mesófilo, a fixação do carbono pela Rubisco ocorre nas células da bainha vascular. Estas células se diferenciam das demais aumentando de volume e formando uma “coroa” em torno do feixe vascular, típico do que se denomina de “anatomia Kranz”, presente somente em plantas C4 (EL-SHARKAVY et al. 1989; FIUZA, 2010; RIBEIRO, 2012).

Plantas C4 apresentam duas principais vantagens em relação às demais; o aumento da concentração do CO<sub>2</sub> dentro das células da bainha, somado a maior

afinidade da PEPcase ao CO<sub>2</sub>, resultam que praticamente somente reações de carboxilação ocorrerão, ou seja, fotorespiração próximo de zero. Outra vantagem é que havendo maiores concentrações de CO<sub>2</sub> dentro da folha, os estômatos podem se fechar nas horas mais quentes do dia, reduzindo a transpiração da planta, sem afetar a fixação total de CO<sub>2</sub> durante o dia (EL-SHARKAVY et al. 1989; FIUZA, 2010).

Em estudos por radioisótopos, folhas de mandioca após exposição das folhas a CO<sub>2</sub> por alguns segundos a luz foi verificado que cerca de 40 a 60% do CO<sub>2</sub> é recuperado sob forma de ácidos C4 (málico, aspártico e oxaloacético) e cerca de 30 a 50% sob forma de ácidos C3 (fosfoglicérico). Contrariamente, plantas de feijão (C3) mostraram apenas 3 a 4% da radioatividade sob forma C4, 70% sob forma C3, enquanto que o milho (C4), 70% do CO<sub>2</sub> foi recuperado como ácidos C4 e 20% como C3. Estes dados favorecem a hipótese de que a mandioca possui os dois mecanismos (C3 e C4), sendo, portanto, uma planta intermediária (EL-SHARKAVY et al. 1989; RIBEIRO, 2010; RIBEIRO et al. 2012; SILVEIRA et al. 2012).

## 2.2. PRAGAS DESFOLHADORAS

A mandioca por ser uma planta de ciclo relativamente longo, é afetada por um grande número de pragas (FARIAS; BELLOTTI, 2006). As mudanças no sistema de produção como o monocultivo, o uso de agrotóxicos de amplo espectro de ação, aliados as alterações de clima, têm proporcionado aumentos populacionais de muitas espécies de pragas que há tempos atrás não eram problema para a cultura, ocasionando eventualmente danos econômicos (FARIAS; BELLOTTI, 2006; SILVA et al. 2012).

De maneira geral, as pragas podem causar dano à planta de mandioca pela redução foliar e da taxa fotossintética, resultando em diminuição de rendimento; ataque das hastes, debilitando a planta e inibindo o transporte de nutrientes; ataque ao material de plantio, reduzindo brotação e ataque as raízes (TAKAHASHI et al. 2002; FARIAS; BELLOTTI, 2006).

De acordo com Fialho e Vieira (2007) são inúmeras as pragas desfolhadoras na cultura da mandioca. Algumas desfolham diretamente a planta, devido ao consumo foliar, como é o caso do mandarová, gafanhotos e formigas, já outras,

causam desfolhas indiretamente e possuem hábito alimentar sugador, como é o caso do percevejo-de-renda, ácaros, mosca-branca e cochonilhas.

Segundo Barbosa et al. (2015), das diversas espécies que atacam a cultura da mandioca, o mandarová (*Erinnyis ello*) é a principal praga devido ao seu alto consumo foliar principalmente nos últimos instares larvais. Seus danos são diretos, podendo levar a uma total desfolha da planta, principalmente nos últimos instares larvais e entre os meses de setembro a fevereiro que coincidem com altas temperaturas e altas precipitações pluviométricas (GOMEZ et al. 2006; FAZOLIN et al. 2007). As perdas na produção de raízes podem chegar até 72%, dependendo da idade da planta e a intensidade do ataque, sendo que o desfolhamento em maiores níveis e nos primeiros meses da cultura acarretam nas maiores perdas (BELLOTI et al. 1992; MATTOS; GOMES, 2000).

Segundo Fazolin et al. (2007) estas lagartas em qualquer idade do estágio larval causam danos, podendo desfolhar completamente a planta e até brotações novas e gemas apicais, sendo que há casos em que já foi observado lagartas caminhando de lavouras atacadas rumando para lavouras vizinhas que não apresentam ataque.

O ataque destas lagartas nos primeiros cinco meses da cultura é o mais prejudicial segundo pesquisas. Trabalhando com níveis de danos em determinados estádios de desenvolvimento foi verificado que níveis a partir de 40% de desfolha reduziram o peso de raiz, porém, não afetou matéria seca, número de hastes, peso da parte aérea e altura de planta (FAZOLIN et al. 2007).

O desfolhamento além de ser prejudicial à cultura expõe o solo à maior incidência solar, favorecendo a emergência de plantas daninhas, que levam a necessidade de realizar capina adicionais, aumentando o custo de produção, além desta praga, apresentar potencial de disseminar bacteriose (FAZOLIN et al. 2007; FIALHO; VIEIRA, 2011) devido aos ferimentos que esta praga causa nas folhas e até mesmo no caule, sendo uma abertura para a infecção deste patógeno.

Além do mandarová há outras pragas que causam desfolha diretamente, como gafanhotos e formigas. Dentre elas, as formigas merecem maior destaque, uma vez que podem desfolhar totalmente a planta em altas populações (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

Indiretamente as desfolhas podem ser ocasionadas por insetos de hábito sugador, raspador e picador injetando toxinas nas folhas como ácaros, tripes, percevejo-de-renda e moscas-branca e outros que atacam as hastes causando obstrução dos vasos condutores de seiva, levando a perda de folhas, caso de cochonilhas e broca-do-caule (FARIAS; BELLOTTI, 2006).

### 2.3. IMPORTÂNCIA DA ÁREA FOLIAR E A METODOLOGIA DA DESFOLHA ARTIFICIAL EM CULTURAS

O número de folhas está associado ao aparecimento de vários estádios de desenvolvimento da cultura e à evolução da área foliar da planta, a qual é responsável pela interceptação da radiação solar pelo dossel vegetal, pela fotossíntese e pelo rendimento da cultura (STRECK et al., 2005; SCHONS et al., 2007).

Alvim et al. (2010) trabalhando com a cultura do milho, relataram que a área foliar aumenta até um limite máximo, no qual permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, em razão da senescência das folhas velhas. Contudo, o rendimento da cultura será maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo à área foliar permanecer viável, pois a fotossíntese é dependente da mesma.

Para Blum (1998), o principal constituinte da matéria seca das plantas são os carboidratos, que são responsáveis por 60% ou mais da composição. Produzidos pela assimilação de CO<sub>2</sub>, os carboidratos devem ser distribuídos por toda a planta de forma sistemática, de maneira a suprir as necessidades dos órgãos do vegetal. Os produtos assimilados pela fonte são transportados continuamente para os demais locais, onde serão estocados ou translocados ou até mesmo consumidos.

A contribuição no suprimento de metabólitos para as partes da planta é feita de forma diferenciada pelas folhas inseridas nas várias posições do caule. Em geral, os órgãos e tecidos localizados na parte apical, são supridos pelas folhas superiores, enquanto as raízes recebem produtos fotossintetizados, principalmente das folhas basais (ALVIM et al. 2010).

A redução da atividade fisiológica das principais fontes produtoras de carboidratos causadas pela desfolha na fase reprodutiva interfere na redistribuição

de fotoassimilados dentro da planta, alterando a velocidade e intensidade da senescência foliar, e no acúmulo de matéria seca no órgão de reserva (SANGOI et al. 2002).

Dependendo do nível de desfolha, ou seja, da intensidade e da época em que se encontra o desenvolvimento da planta, uma desfolha significativa pode reduzir o potencial fotossintético e acarretar em prejuízos à produção (SILVA et al. 2012). Fatores abióticos como fitotoxicidade de pesticidas ou adubos, granizo e certas injúrias mecânicas e, fatores bióticos como algumas doenças e pragas, são eventos de comum ocorrência em áreas de cultivo, os quais podem causar perdas na área foliar das plantas desta cultura. Portanto, a desfolha artificial em culturas de importância econômica torna-se uma metodologia útil para simular estes danos bióticos e abióticos (FAZOLIN; ESTRELA, 2003; FAZOLIN; ESTRELA, 2004).

Essa metodologia tem o intuito de simular situações de estresse e alterações nas rotas de translocação de fotoassimilados e dos mecanismos de compensação ocasionadas por perda de área foliar e, permite mensurar o quanto de desfolha a cultura pode suportar em determinado estágio fenológico, auxiliando a pesquisa a determinar níveis de dano econômico que racionalizarão o uso de defensivos e sistemas de manejo, fornecendo também, suporte as recomendações para as culturas (GONDIM, 2006). Permite também quantificar a perda de produtividade em diferentes níveis de desfolha, pois, a capacidade da planta em recuperar-se após a desfolha varia em função da porcentagem e época de desenvolvimento em que for submetido ao dano (BERTONCELLO et al. 2011).

A desfolha é uma ferramenta eficaz que altera o balanço entre armazenamento e dreno das reservas, permitindo aquisições de informações práticas imediatas, como avaliação do rendimento de determinada cultura (SILVA, 2001). Dados experimentais indicam que a diminuição da área foliar realizada pela prática da desfolha aumenta a taxa fotossintética em folhas remanescentes, estimulando a assimilação dos fotoassimilados (SCARPARE FILHO et al. 2010). Dessa forma, há necessidade de informações sobre o comportamento da distribuição de fotoassimilados em plantas de mandioca.

Pesquisas com épocas e níveis de desfolha artificial em mandioca são escassas. Porém, tem sido amplamente empregado para diversas outras culturas e é o mais controverso devido às críticas sobre a fidelidade do dano artificial

comparando-se ao real; porém está ao seu favor o grau de precisão do dano e a avaliação da perda de produção, o que permite ao pesquisador maiores possibilidades para investigar a resposta biológica das plantas aos danos provocados pelos insetos (NUMRBERG et al. 1999). Alguns fatores devem ser considerados na avaliação das perdas na produção devido ao desfolhamento, entre eles, podem-se citar: a capacidade de rebrota da espécie vegetal, ciclo da cultura, variedade, densidade de plantas, irrigação da cultura, estágio de desenvolvimento da planta, níveis de desfolha, parte da planta afetada pela desfolha, a própria metodologia de desfolhamento artificial, interação da desfolha com outros agentes fitopatogênicos, hábito alimentar do inseto sobre o qual se pretende inferir sobre o dano simulado, além de outros (CANTARELLI et al. 2008).

Reis Filho et al. (2011), avaliando a simulação de ataque de formigas cortadeiras em 2 espécies florestais, verificaram que as mudas de *Pinus taeda*, após um ano da desfolha artificial nos níveis de 75 e 100%, tiveram perdas chegando a 37% em altura e de 45,4% de diâmetro. Já as mudas de *Eucalyptus grandis* apresentaram perdas aos 3 meses de idade, sendo estas proporcionais a intensidade de desfolha. Após um ano, verificaram perdas de 13,3% em altura e 20% em diâmetro nas plantas 100% desfolhadas. As plantas de *P. taeda* foram mais prejudicadas pela simulação do ataque de formigas cortadeiras do que as de *E. grandis*.

Nomura e Cardoso (2000) avaliaram três níveis de desfolha em pepino japonês (25, 50 e 75%) e não encontraram diferenças significativas para altura de plantas, mas os tratamentos com 50 e 75% de desfolha apresentaram maior número de entrenós, embora menos vigorosos, e menor emissão de ramificações laterais. Houve uma redução na produção e qualidade de frutos, proporcional ao nível de desfolha.

Avaliando efeitos sobre a produtividade devido à redução artificial da área foliar em feijoeiro cv Pérola, Fazolin e Estrela (2003) comprovaram que níveis de desfolhamento a partir de 33% nos estádios V3, V4 e R7 causaram decréscimo no número de vagens por planta. O número de sementes por vagem não sofreu influência dos níveis de desfolhamento das plantas. O rendimento dos grãos foi significativamente reduzido à medida que as plantas foram submetidas a níveis crescentes de desfolha. A etapa de florescimento (R6) foi a que apresentou maior

redução na produtividade como resposta à desfolha. Na cultura do arroz, níveis de desfolha a partir de 25% já podem causar perdas significativas na produção (BERTONCELLO et al. 2011). Por outro lado, Nurmberg et al. (1999) simulando danos causados por insetos na planta de batata por meio de desfolhamento artificial, observaram que não ocorreram diferenças significativas entre os níveis de desfolha para produção de tubérculos e seus componentes, exceto porcentagem de tubérculos graúdos (diâmetro transversal acima de 45 mm) e para a densidade dos tubérculos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. 3.1.CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em condições de campo, em uma propriedade rural particular pertencente ao Sr Francisco Ecco no município de Guaíra, oeste do Paraná, localizado entre as coordenadas 24° 51' S, 54° 12' W e altitude de 264 metros.

O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura argilosa (Embrapa, 2013). A classificação do clima local segundo Köppen é do tipo Cfa (Subtropical, com verão quente) e as temperaturas médias anuais oscilam entre 22 e 23 °C. Segundo Bilski 2011, as médias totais anuais de precipitação pluvial para a região variam entre 882 e 2344 mm, com o trimestre mais chuvoso de dezembro a fevereiro.

Durante a condução do experimento, foram coletadas informações meteorológicas como temperatura e umidade relativa do ar por meio de um Datalogger USB ST-171 / R6020 instalado dentro de um abrigo de madeira construído especificadamente para o uso do aparelho e que posteriormente foi inserido no centro do experimento de mandioca (Figura 1).



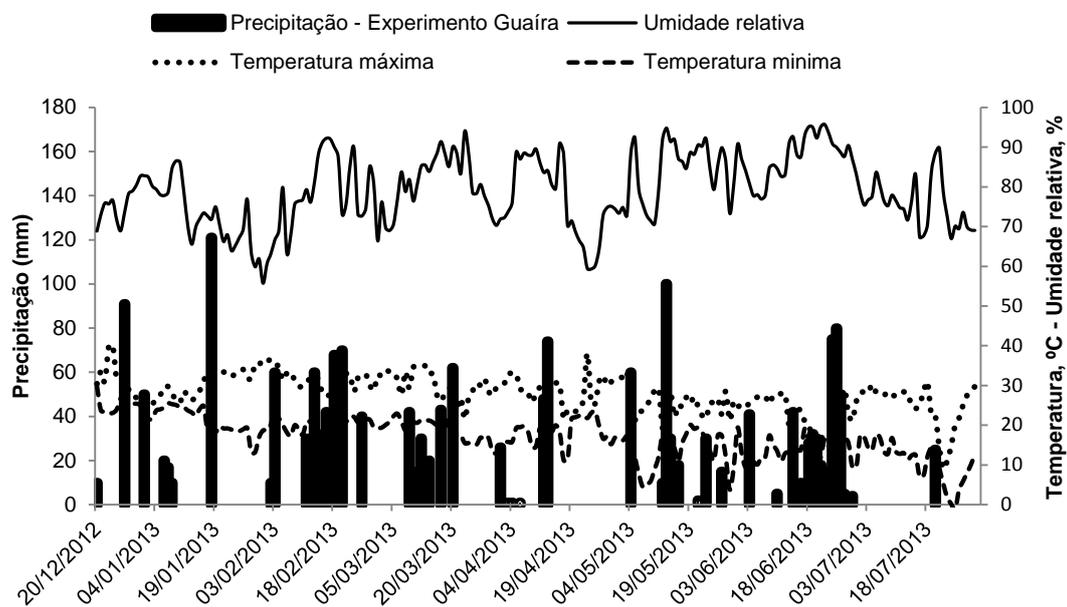
**Figura 1** - Ambiente protegido para abrigo do Datalogger para mensurações de temperatura e umidade relativa do ar.

**Foto.** Martios Ecco

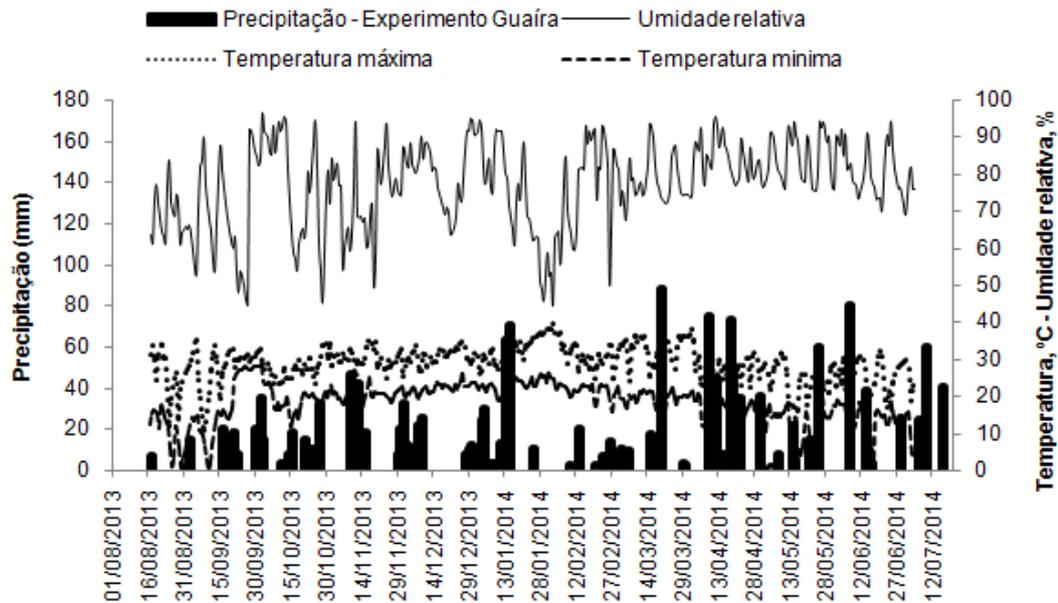
Semanalmente foi conferido o funcionamento do medidor de dados climáticos e a cada quatro meses, os dados eram transferidos para um computador e o Datalogger novamente instalado na área.

A precipitação pluviométrica também foi mensurada durante o período experimental por meio de um pluviômetro de plástico rígido Agrozzotec de 130 mL.

Ao final do experimento, estes dados foram utilizados para elaboração do gráfico das condições ambientais decorrentes durante cada ciclo do experimento (Figuras 2 e 3).



**Figura 2** - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de 20/12/2012 a 31/07/2013 mensuradas por um datalogger e um pluviômetro instalado na área experimental de mandioca de primeiro ciclo no município de Guaíra/PR.



**Figura 3** - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de 01/08/2013 a 20/07/2014 mensuradas por um datalogger e um pluviômetro instalado na área experimental de mandioca de segundo ciclo no município de Guairá/PR.

### 3.2. TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram avaliados cinco níveis de desfolha artificial (0, 25, 50, 75 e 100% de desfolha) com intuito de simular o ataque da principal praga da cultura, *E. ello* em cinco épocas de desenvolvimento da cultura, durante dois ciclos (duas safras – 2013 e 2014). Os cinco níveis de desfolha artificial foram realizados a 45, 90, 135, 180 e 225 dias após o plantio (DAP), seguindo esta mesma época para o segundo ciclo após a brotação das ramas e surgimento das novas folhas (DAB), ou seja, as mesmas parcelas desfolhadas no primeiro ciclo passaram novamente por outra desfolha no segundo ciclo na mesma época e no mesmo nível da primeira desfolha.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 5 x 5, sendo 5 níveis de desfolha e 5 épocas de desfolha artificial, com 3 repetições, totalizando 25 tratamentos.

### 3.3. CULTIVAR

A cultivar de mandioca utilizada foi a 'Casculinha' considerada como mandioca 'brava' devido à presença de ácido cianídrico (HCN), porém apresenta baixa concentração sendo possível o seu consumo *in natura*, sendo bastante utilizada para a produção de farinha e fécula (GRANDO, 2007).

### 3.4. INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da instalação do experimento, foi realizada amostragem do solo em duas profundidades (0 - 0,20 m e 0,21 - 0,40 m) com auxílio de um trado tipo holandês, para a caracterização dos atributos químicos. De acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), os resultados foram, respectivamente: pH: 5,5 e 5; P (20,5 e 11,7 mg dm<sup>-3</sup>); MO (20,5 e 7,4 g dm<sup>-3</sup>), K, Ca, Mg, Al, SB, CTC, H+Al (0,8 e 0,6; 7,9 e 5,8; 1,6 e 1,1; 0,0 e 0,0; 10,4 e 7,5; 14,6 e 11,9; 4,3 e 4,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V = 70,7 e 63%.

Posteriormente a análise do solo, foi realizada o preparo convencional do mesmo por meio de um arado de disco seguido de duas gradagens niveladoras. O plantio foi realizado no dia 02 de outubro de 2012 com auxílio de uma plantadora da marca Planti Center modelo Bazuca 1, com regulagem de corte de maniva de aproximadamente 15 cm, espaçamento entre plantas de 0,55 m e entre fileiras de 0,65 m.

Cada parcela foi formada por 20,8 m<sup>2</sup>, constituído por 5 linhas de 8 m de comprimento, sendo disponibilizando em torno de 14 a 15 manivas por linha na parcela (72 plantas), havendo portanto, uma área experimental total de 2268 m<sup>2</sup> e uma população de 27972 plantas por hectare. A área útil da parcela foi compreendida da seguinte forma: durante o primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura, a segunda linha de plantio foi considerada como área útil, sendo colhidas 10 plantas da mesma, excluindo duas plantas de cada extremidade da linha, tendo a primeira e a terceira linha como bordadura. Seguindo o mesmo critério no segundo ciclo a terceira e a quinta linha foram consideradas bordadura da linha útil (quarta linha).

Devido ao resultado da análise de solo, não foi realizada nenhuma adubação na base, nem mesmo em cobertura. O controle das plantas daninhas foi feito manualmente (capina), aos 30 e 70 dias após o plantio.

Na ocasião de realizar a primeira desfolha, foi observada a incidência de *E. ello* de primeiro a terceiro instares, sendo controlados por meio de “varredura”, ou seja, manualmente.

Os níveis de desfolha (Figuras 4, 5 e 6), foram realizados com auxílio de tesouras nas devidas proporções como já citadas, sendo realizado o corte dos lóbulos de cada folha que compreende a planta (Figura 4), ou seja, todas as folhas da planta sofreram o devido corte.



**Figura 4** - Momento da desfolha artificial: A) 25% de desfolha, B) 50% de desfolha, C) 75% de desfolha e D) 100% de desfolha.

Foto: Martios Ecco



**Figura 5** - Plantas de mandioca aos 135 DAP no primeiro ciclo onde não foi realizada a desfolha artificial.



**Figura 6** - Pós-desfolha artificial em 135 DAP no primeiro ciclo: A) 25% de desfolha, B) 50% de desfolha, C) 75% de desfolha e D) 100% de desfolha.

Foto: Martios Ecco

As respectivas desfolhas foram realizadas em cinco épocas, espaçadas a cada 45 dias nos dois ciclos como já mencionado. A plântula de mandioca emergiu dia 14 de outubro de 2012 e a primeira desfolha (Figura 4), foi realizada dia 16 de novembro de 2012. A segunda desfolha realizada dia 30 e 31 de dezembro de 2012; a terceira desfolha dia 17 de fevereiro; a quarta dia 05 de abril de 2013 e a quinta e última do primeiro ciclo dia 21 e 22 de maio de 2013.

A colheita do primeiro ciclo foi realizada no dia 24 de julho de 2013. A cultura estava no período denominado de “repouso fisiológico” onde todas as folhas caem naturalmente, permanecendo somente o caule (ramificações). Foi colhida a segunda linha de plantio, pois a primeira e a terceira linha dentre as 5 da parcela, foram utilizadas como bordadura.

No dia 25 de agosto de 2013, mais de 50% das plantas de mandioca remanescentes já haviam iniciado o processo de brotação, ou seja, emissão de novas folhas o que caracteriza que a planta saiu do período de repouso fisiológico iniciando um novo ciclo. Portanto, a partir desta data foi considerado o segundo ciclo da cultura, baseando-se as mesmas épocas de desfolha a partir da data de brotação. Com isso, a primeira desfolha do segundo ciclo foi realizada no dia 10 de outubro de 2013, a segunda desfolha no dia 26 de novembro, a terceira nos dias 15 e 16 de janeiro, a quarta no dia 02 de março e a quinta e última do ciclo e do experimento no dia 16 de abril de 2014.

A colheita da mandioca de segundo ciclo foi realizada no dia 19 de julho de 2014. Como a segunda linha foi colhida no primeiro ciclo, nesta foi colhida a quarta linha, tendo a terceira e quinta linha como bordadura.

Após a colheita do experimento de segundo ciclo, foi realizada uma nova amostragem do solo nas duas profundidades avaliadas anteriormente (0 - 0,20 m e 0,21 - 0,40 m) com auxílio de um trado tipo holandês, para a caracterização dos atributos químicos com intuito de verificar as condições do solo após aproximadamente dois anos do cultivo da cultura da mandioca. De acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), os resultados foram, respectivamente: pH: 5,45 e 5,35; P (4,68 e 8,62 mg dm<sup>-3</sup>); MO (25,97 e 24,61 g dm<sup>-3</sup>); K, Ca, Mg, Al, SB, CTC, H+Al (0,34 e 0,39; 4,72 e 5,61; 3,29 e 4,28; 0,0 e 0,0; 8,35 e 10,28; 11,92 e 14,12; 3,57 e 3,84 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V = 70,05 e 72,8%.

### 3.5. CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS AVALIADAS

Na época da última desfolha (225 DAP), análises morfológicas como altura da parte aérea, diâmetro da base e número de folhas foram mensuradas. Foram utilizadas 10 plantas por parcela para estas mensurações, no qual o número de folhas foi realizado por uma contagem manual. A altura foi mensurada da superfície do solo até o meristema apical com uma trena e o diâmetro do colmo principal por meio de um paquímetro digital a uma altura da superfície do solo de aproximadamente 5 cm.

Posteriormente, no momento da colheita foram avaliadas as seguintes variáveis: massa da cepa, massa da parte aérea, massa de raízes, massa total de planta, comprimento de raiz, diâmetro de raiz, número de raízes por planta e quantidade de fécula.

Todas estas variáveis foram avaliadas em 10 plantas de uma mesma linha de plantio dentre as 5 linhas da parcela. Nestas linhas, inicialmente as plantas foram podadas por meio de um facão a 0,30 m da superfície do solo, sendo os caules (ramas - parte aérea) pesados em balança com capacidade de 15 kg. Posteriormente as plantas foram arrancadas manualmente e deixadas na linha de plantio para as mensurações de número de raízes por planta (feita por contagem manual), comprimento de raiz (por meio de uma fita métrica em todas as raízes da planta), assim como o diâmetro (realizadas por meio de um paquímetro digital na parte mediana da mesma). Feito estas mensurações, as raízes foram separadas das cepas para pesagem das mesmas na mesma balança utilizada para a parte aérea de acordo com a mesma ordem, ou seja, a parte aérea das plantas de acordo com a cepa e as raízes da mesma planta.

Para determinar o teor de fécula de mandioca coletou-se cerca 7 kg de raiz de mandioca ao acaso na parcela útil e levou-se a uma fecularia para mensuração da variável através do método da balança hidrostática, utilizando uma amostra de 5 kg de raízes tuberosas (RIMOLDI et al., 2003 apud GROSMANN; FREITAS, 1950). Esta mensuração foi realizada na fecularia Indemil Brasil localizada no município de Guaíra (1º ciclo), e na fecularia da Agrícola Horizonte em Novo Três Passos distrito de Marechal Cândido Rondon (2º ciclo).

### 3.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e utilizou-se a análise de regressão para ambos os fatores avaliados, no nível de 5% de probabilidade pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. PRIMEIRO CICLO DA CULTURA DA MANDIOCA

A análise de variância da regressão apresentou valor de F significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores isolados níveis e épocas de desfolha e na interação dos fatores de desfolha para as variáveis: altura, diâmetro de colmo e número de folhas durante o primeiro ciclo da cultura da mandioca (Tabela 1), o que indica que incrementos nos níveis de desfolha causam reduções nas respostas observadas, cuja intensidade depende do estágio em que ocorrem.

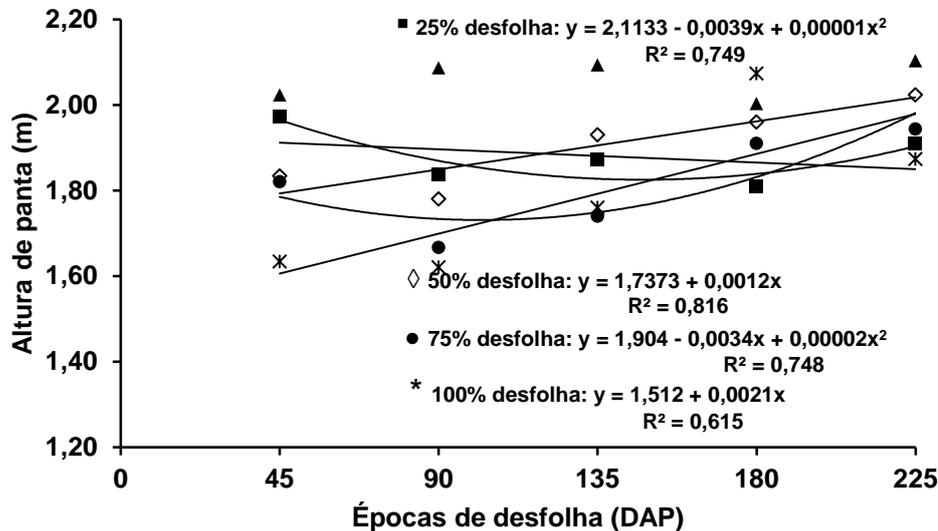
**Tabela 1** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), altura de planta, diâmetro de haste e número de folhas por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13

Fontes de variação	Altura (m)	Diâmetro da haste (mm)	Número de folhas
Média geral	1,89	28,59	34,49
	Valor de F		
Épocas de desfolha	22,537 *	20,198 *	146,119 *
Níveis de desfolha	50,81 *	34,63 *	155,77 *
Épocas x Níveis	8,925 *	18,825 *	103,381 *
CV (%)	3,05	3,08	3,11

<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Analisando a altura de planta, podem-se observar diferenças no porte das plantas para todas as épocas de desfolha testadas (Figura 7). A desfolha realizada aos 90 DAP foi a que apresentou a maior redução de altura principalmente ao nível de 100% de desfolha. Isso pode ser explicado pelo fato de que nesta fase a planta de mandioca está investindo os fotoassimilados produzidos nas folhas para o crescimento de parte aérea coincidindo com seu ciclo fenológico (ALVES, 2006). Desfolhas realizadas aos 180 e 225 DAP pouco foram afetadas pelos diferentes níveis de desfolha, pois neste período a planta de mandioca pouco investe em crescimento, sendo a maior parte dos fotoassimilados investidos no crescimento das raízes tuberosas. Este resultado pode ser fundamentado pelo relato de Viecelli et al. (2011), que descreveram que, dependendo da etapa de desenvolvimento em que se

encontra a cultura, de uma maneira geral, é tolerante a determinados níveis de desfolhamento, ou seja, algum estágio de desenvolvimento apresenta menor redução em comparação com outros estádios.



**Figura 7** - Altura média de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

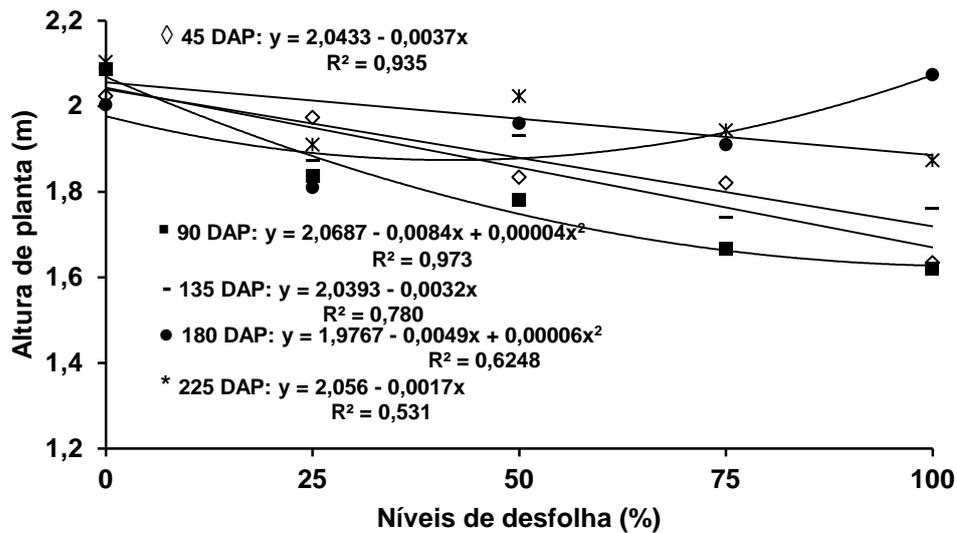
Fonseca et al. (2013), avaliando níveis e épocas de desfolha na cultura da canola verificaram que houve diferença significativa para a variável altura de plantas quando a desfolha foi realizada no estágio de desenvolvimento V7 para os diferentes níveis de desfolha, sendo que a testemunha teve as maiores médias, assim como neste trabalho com a cultura da mandioca (Tabela 1). Já no estágio reprodutivo da canola, Fonseca et al. (2013) não verificaram diferença entre os níveis de desfolha, demonstrando que a planta mesmo tendo área foliar menor, consegue manter sua capacidade fotossintética, resultado contrário ao verificado com a cultura da mandioca, em que mesmo realizando a desfolha próximo o período de repouso, os níveis de desfolha foram suficientes para reduzir seu porte de parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados por Jácome et al. (2001), em que observaram redução de altura em algodoeiro após desfolha aos 80 DAE e por Reis Filho et al. (2011) que relatam que a altura de *Pinus taeda* foi afetado somente aos seis meses de idade da planta, não sendo afetada por nenhum dos níveis de desfolha nos doze meses de idade da planta, indicando recuperação a desfolha parcial. Já em mudas de *Eucalyptus grandis*, Reis Filho et al. (2011) relatam que

desfolhas de 50 e 75% nos primeiros 3 meses de desenvolvimento da espécie, já foram suficientes para reduzir a altura da planta.

De acordo com Blum et al. (2003), resultados de trabalhos com a cultura do milho demonstram que modificações entre fonte e dreno por meio da desfolha, ocasionam alterações na fisiologia da planta, as quais causam redução de altura de planta, o mesmo pode ser mencionado para a cultura da mandioca.

Resultados contrários ao encontrado neste estudo foram relatados por Fonseca et al. (2014) que avaliando a influência dos níveis de desfolha em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura do crambe, as quais apesar das desfolhas nos estádios vegetativos, floração e enchimentos de grãos, não foram afetadas, independentemente do nível de desfolha, não havendo diferença quanto ao parâmetro altura de planta, fato que pode ser explicado pela capacidade da planta em recuperar-se de danos iniciais sem prejuízos.

Avaliando a interferência dos níveis de desfolha na altura das plantas, podem-se observar diferenças significativas no porte das plantas para todos os níveis de desfolha testados em comparação com a testemunha (0% de desfolha), ou seja, desfolhas a partir de 25 % já foram suficientes para reduzir a altura de plantas em todas as épocas de desfolha principalmente aos 90 DAP na qual as plantas obtiveram 1,63 m de altura média no final do ciclo (Figura 8) apresentando ajuste quadrático. Já a desfolha realizada aos 135, 180 e 225 DAP foram as que apresentaram redução de altura de menor expressão independente no nível de desfolha.



**Figura 8** - Altura média de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

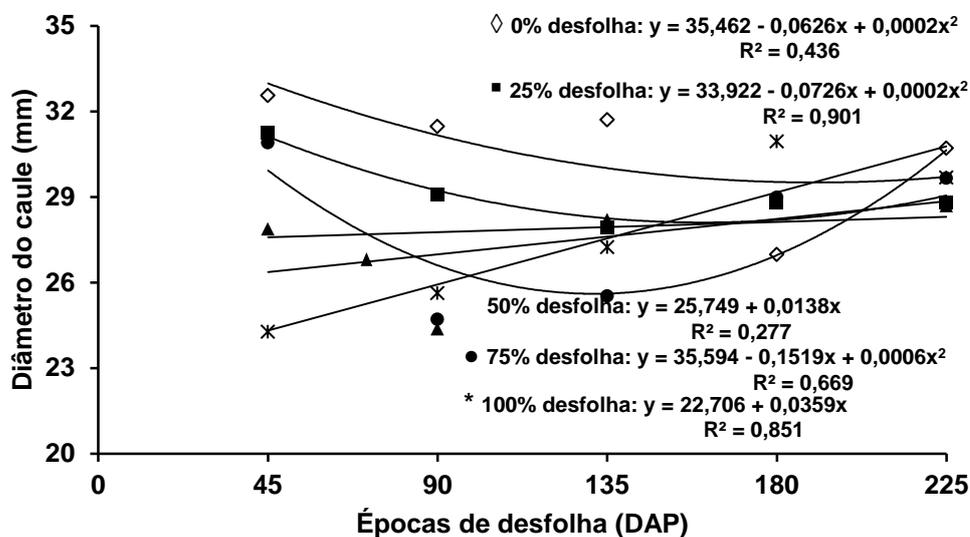
A redução da altura das plantas em função dos níveis de desfolha artificial, também foi observada em outras culturas (Bertulio 2008; Matrangolo et al. 2010 e Cantarelli et al. 2008).

Diniz Neto et al. (2012) avaliando níveis de desfolha na cultura da mamoneira em comparação com diferentes dosagens de fertilizante nitrogenado, verificaram que o tratamento testemunha e o tratamento 20% de desfolha aplicado nas plantas, cresceram linearmente independente da dosagem testada. Já nos desfolhamentos de 40 e 60% as plantas apresentaram redução quando comparado com os outros dois tratamentos citados tendo comportamento quadrático decrescente pelo teste da regressão, devido à falta de área foliar para o processo fotossintético. Resultado semelhante a destes autores foi verificado para esta variável na cultura da mandioca, na qual onde não houve desfolha e a mesma em menor intensidade, resultaram em altura de planta de maior expressão. De acordo que houve maior intensidade de desfolha, o decréscimo em altura foi se acentuando. Segundo os autores este resultado deve-se possivelmente, à presença de maior número de folhas, possibilitando sintetizar e assimilar maior quantidade de carboidratos produzidos pelo processo fotossintético.

Analisando a variável diâmetro de caule, pode-se observar diferenças nas plantas para todos as épocas de desfolha testadas (Figura 9). A desfolha realizada aos 90 DAP assim como para altura foi a que apresentou a maior redução de

diâmetro do caule, principalmente quando houve desfolhas a partir de 50%, ocorrendo uma redução de diâmetro do colmo de aproximadamente 10,2% em relação à testemunha. A mesma explicação para redução da altura nesta época também é válida para o diâmetro do caule em que a planta de mandioca está investindo os fotoassimilados produzidos nas folhas para o crescimento de parte aérea (altura e diâmetro do caule) coincidindo com seu ciclo fenológico (ALVES, 2006). Desfolhas realizadas aos 180 e 225 DAP pouco foram afetadas pelos diferentes níveis de desfolha, assim como para a variável altura, fundamentado pelo trabalho de Viecelli et al. (2011) citado anteriormente.

A importância destas duas variáveis (altura e diâmetro do caule) para a cultura da mandioca se dá principalmente pelo uso de parte do caule ou rama como material propagativo. Portanto, quanto menor a altura e o diâmetro, menor o número de manivas-semente (secções do caule) e menor a quantidade de reservas acumuladas nestas manivas para serem utilizadas pela plântula oriunda da brotação da maniva.



**Figura 9** - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaira – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Maior redução do diâmetro de caule foi observado também em espécies arbóreas como *P. taeda* e *E. grandis* submetidos a desfolhas de 50, 75 e 100% entre a idade de 1 a 3 anos período em que a espécie arbórea estava em crescimento (BERTULIO, 2008; CANTARELLI et al. 2008; REIS; FILHO et al. 2011;

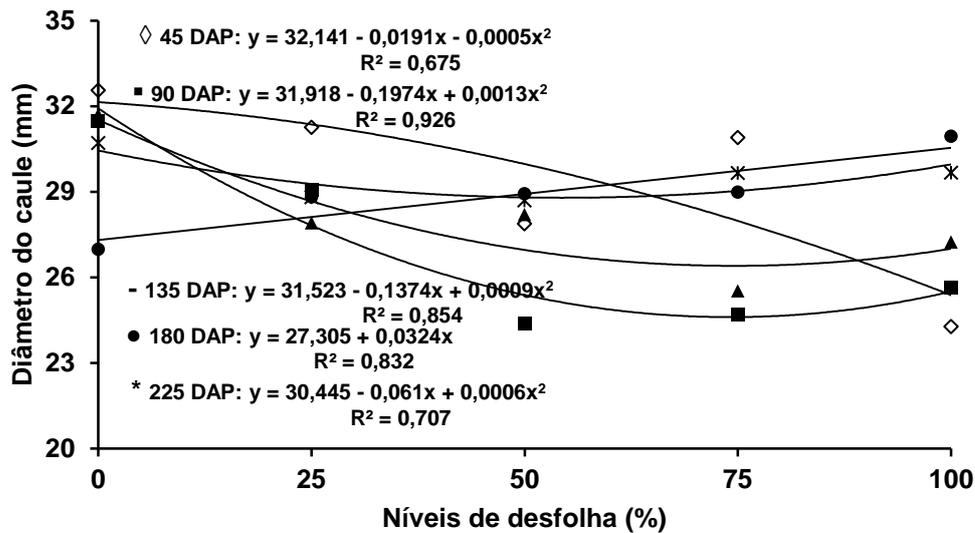
MATRANGOLO et al. 2010). Mesmo a mandioca sendo uma espécie considerada semiperene com um ciclo menor que estas espécies arbóreas o comportamento para diâmetro de colmo é semelhante, pois no início do crescimento de determinada espécie vegetal, fatores bióticos ou abióticos que levam ao desfolhamento, interferirá diretamente nas medidas de crescimento como o diâmetro caulinar obtendo assim um desempenho contrário ao da altura de parte aérea principalmente quando submetido inicialmente ao desfolhamento e em maiores intensidades.

Fonseca et al. (2014), observaram na cultura do crambe que apenas no estágio vegetativo ocorreu diferença em função dos níveis de desfolha, onde as plantas que não foram desfolhadas apresentaram 17,23% maior de diâmetro em relação as que sofreram 100% de desfolha, evidenciando que esta característica da planta é prejudicada apenas quando a desfolha ocorre na fase inicial da cultura, ao contrário da cultura da mandioca que mesmo no período de crescimento e desenvolvimento de suas raízes tuberosas pode influenciar no diâmetro de caule.

Jácome et al. (2001), avaliando o desfolhamento em diferentes épocas na cultura do algodoeiro, verificaram que a remoção das folhas do caule principal dos 40 aos 110 DAE afetou negativamente o diâmetro de caule. Quirino e Soares (2001) avaliando o efeito do ataque do curuquerê-do-algodoeiro no desenvolvimento vegetativo de cultivares de algodoeiro, e sua relação com a fenologia da planta, mediante infestação 40 dias após a semeadura, verificaram que o ataque de *A. argillacea* afetou o diâmetro caulinar em todas as fases de desenvolvimento do algodoeiro posterior a incidência, semelhantemente com a desfolha artificial em diferentes épocas na cultura da mandioca.

Estes resultados confirmam a importância das folhas para o desenvolvimento vegetativo das plantas, e conseqüentemente, para a formação de órgãos de reserva como frutos e raízes tuberosas, pois a folha é a parte da planta de maior taxa fotossintética, o que pode conferir o maior diâmetro de caule, em função da maior quantidade de foto assimilados acumulados durante o ciclo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

O diâmetro do caule da mandioca apresentou redução em todos os níveis de desfolha (Figura 10). As desfolhas nos níveis de 50, 75 e 100% foram as que mais influenciaram nesta variável principalmente a de 75% quando realizada aos 90 DAP no qual apresentou um diâmetro de caule de 24,43 mm.



**Figura 10** - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaira – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

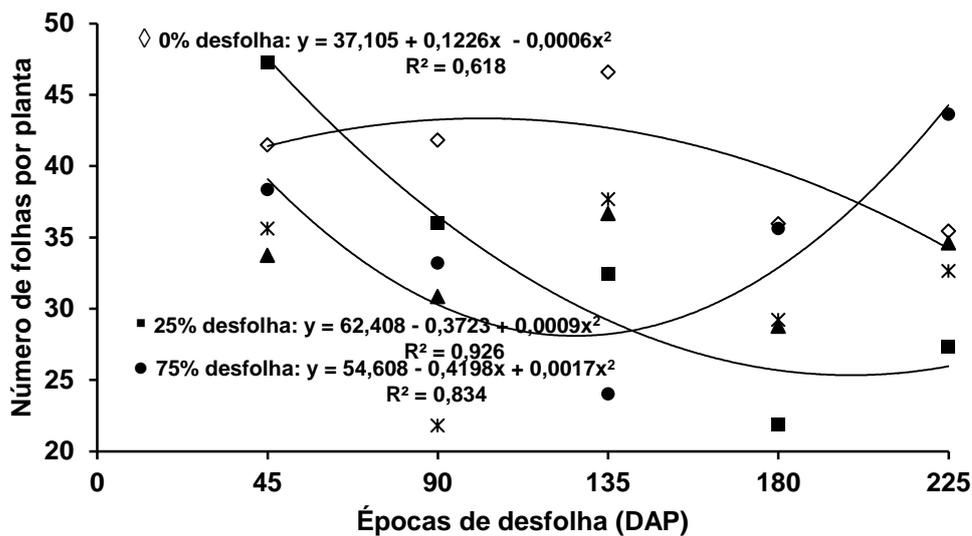
Maior redução do diâmetro do caule também foi observada em *E. grandis*, sobretudo, quando submetido a desfolhamento severo (100%) entre as idades de 1 a 3 anos (BERTULIO, 2008; MATRANGOLO et al. 2010), resultado semelhante ao observado com a cultura da mandioca, onde desfolhas acima de 50% foram as que apresentaram maior expressão da redução do diâmetro de caule.

Assim como comentado anteriormente para variável altura de plantas, Diniz Neto et al. (2012) avaliando níveis de desfolha na cultura da mamoneira, também verificaram o mesmo efeito para o diâmetro de caule, onde os níveis maiores de desfolha (40 e 60%) foram que proporcionaram maior redução desta variável, assim como os maiores níveis de desfolha para a cultura da mandioca.

De modo geral neste trabalho, o comportamento das plantas de mandioca em relação ao diâmetro do caule foi semelhante ao crescimento das plantas em altura, assim, os tratamentos que determinaram redução em altura da planta, também influenciaram a redução do diâmetro do caule.

A variável número de folhas por planta de mandioca foi influenciada, significativamente, pelas épocas de desfolha (Figura 11) exceto para as desfolhas realizadas aos 180 e 225 DAP. Observa-se que, quando realizada a desfolha aos 45 DAP houve tempo suficiente para a planta se recuperar da desfolha obtendo aparelho fotossintético suficiente para produção de fotoassimilados.

Efeito semelhante foi observado com a desfolha realizada aos 225 DAP período que foi feito a mensuração de altura de plantas, diâmetro de caule e número de folhas, sendo que nesse período as plantas de mandioca apresentavam um número de folhas semelhante com as plantas desfolhadas aos 45 DAP. Já as desfolhas realizadas aos 90 e 135 DAP submetidas principalmente ao desfolhamento de 75%, apresentaram um número de folhas inferior às comparadas com as desfolhas realizadas aos 45 e 225 DAP, o que pode ter comprometido a produção e distribuição de fotoassimilados para as ramificações do caule e principalmente para raízes tuberosas. De acordo com o modelo matemático da equação, desfolha aos 124 DAP acarretou no momento da mensuração em um número de 28,7 folhas por planta de mandioca.



**Figura 11** - Número médio de folhas por planta de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guairá – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

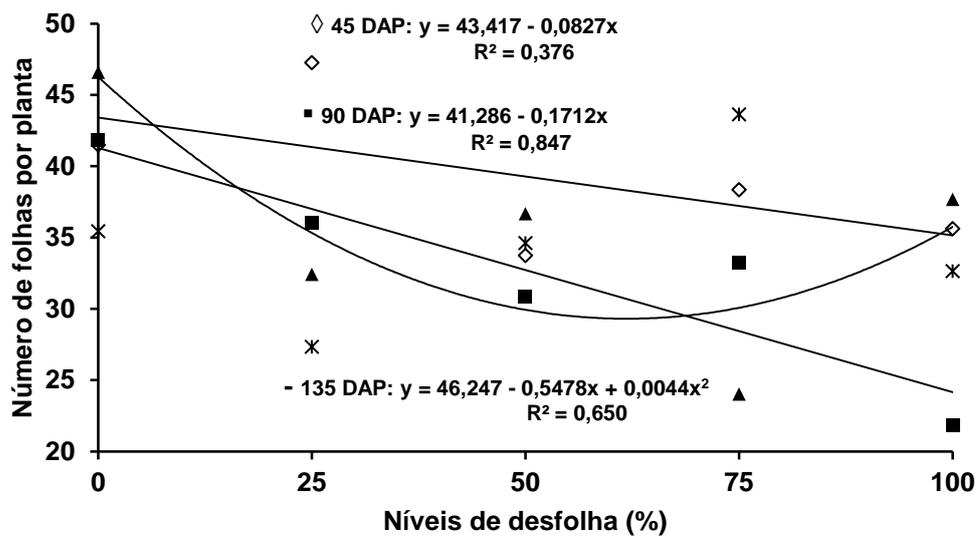
Fonseca et al. (2014), avaliando níveis e épocas de desfolha em crambe verificaram que a desfolha de 100% proporcionou um aumento no número de ramificações por planta, não verificando diferença significativa da desfolha em diferentes épocas para esta variável. Já neste estudo, as desfolhas nos períodos de 90 e 135 DAP não proporcionaram ao caule principal e formar ramificações, por este fato deve-se possivelmente o menor número de folhas por planta de mandioca, ao contrário do período de 45 DAP, onde a planta foi capaz de se adaptar a condição

empregada como forma de manter um aparato fotossintético suficiente para expressar seu potencial produtivo.

De acordo com o relato do trabalho de Alvim et al. (2010), as folhas inseridas nas várias posições do caule contribuem diferentemente no suprimento de metabólitos para as demais partes da planta. Em geral, as raízes recebem produtos fotossintetizados, principalmente das folhas basais, enquanto os órgãos e tecidos, localizados na parte apical, são supridos pelas folhas superiores. Entretanto, como a desfolha artificial na cultura da mandioca foi realizada de forma uniforme em toda planta, não é possível identificar de qual parte da planta as folhas apresentam maior contribuição para o acúmulo de carboidratos, ao contrário do trabalho de Alvim et al. (2010) em que observaram que cerca de 50% dos carboidratos acumulados nos grãos de milho são provenientes das folhas localizadas no terço superior do colmo, aproximadamente 30% das folhas localizadas no terço médio e o restante das folhas distribuídas na parte basal.

A desfolha na fase reprodutiva causa redução da atividade fisiológica das fontes produtoras de carboidratos, influenciando na redistribuição de foto assimilados dentro da planta, e conseqüentemente, no acúmulo de matéria seca nos órgãos armazenadores. Segundo Silva (2001), a quantificação da área foliar e o efeito da desfolha podem auxiliar no conhecimento da relação fonte-dreno e fornecer informações práticas, como avaliação do rendimento de grãos ou raízes.

Na figura 12 observa-se que os níveis de desfolha influenciaram significativamente a variável número de folhas, exceto o nível de 50 e 100%. Verifica-se que quando realizado a desfolha de 75% aos 135 DAP apresentou o menor número de folhas por planta de mandioca. Desfolha no nível de 62,25% reduziu o número de folhas para 29,2 de acordo com o modelo da regressão.



**Figura 12** - Número médio de folhas por planta de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

A redução do número de folhas por planta influenciada pelo nível de 75 % de desfolha pode comprometer o rendimento da mandioca, tanto em seu peso como no teor de fécula. Para Andrade (2010), a área foliar é uma característica importante na análise de crescimento das espécies vegetais, pois indica a cobertura foliar sobre a superfície do solo que pode ser determinada pelo genótipo, idade da planta, condições ambientais, prática de manejo e sistema de cultivo. Para a cultura da mandioca, o IAF ótimo para a tuberação (3 a 3,5) é alcançado aos 120 DAP, sendo que quando o IAF se encontra em torno de 5 a 6 começa a haver uma abscisão significativa (AGUIAR, 2003; SOUZA et al., 2006).

De acordo com Lima Júnior et al. (2010), vários estudos em diferentes espécies vegetais descrevem a interação entre nível de desfolha e estágio de desenvolvimento, relacionando as maiores perdas quando a desfolha ocorre nos estádios reprodutivos. Para a mandioca a fase reprodutiva compreende-se a partir da ramificação do caule principal e, que normalmente está associado ao desenvolvimento das raízes tuberosas e a translocação de amido para as mesmas (ALVES, 2006).

A análise de variância da regressão apresentou valor de F significativo ( $p < 0,05$ ) somente para a interação dos fatores de desfolha para a variável diâmetro de raiz. Os fatores analisados de forma isolada não apresentaram efeito significativo

para comprimento de raiz, diâmetro de raiz e nem mesmo para o número de raízes (Tabela 2), indicando que incrementos nos níveis de desfolha pouco interferem nas respostas observadas, cuja intensidade pouco depende do estágio em que ocorrem.

**Tabela 2** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), comprimento de raiz, diâmetro de raiz e número de raízes por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13

Fontes de variação	Comprimento (cm)	Diâmetro (mm)	Número de raízes
Média geral	21,60	45,03	4,56
	Valor de F		
Épocas de desfolha	1,661 <sup>ns</sup>	1,491 <sup>ns</sup>	1,467 <sup>ns</sup>
Níveis de desfolha	0,995 <sup>ns</sup>	1,74 <sup>ns</sup>	0,743 <sup>ns</sup>
Épocas x Níveis	1,06 <sup>ns</sup>	2,308 *	1,479 <sup>ns</sup>
CV (%)	11,91	6,32	12,41

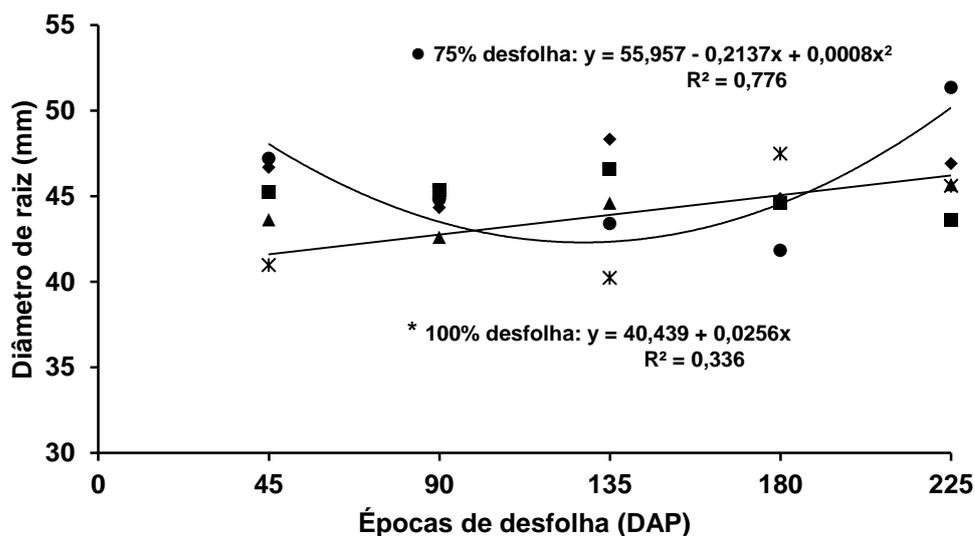
<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Nas condições experimentais deste trabalho, não houve efeito significativo para o comprimento de raiz nos níveis, épocas e na interação destes dois fatores. A redução de altura, diâmetro de haste e do número de folhas podem resultar em limitação de fotoassimilados que pode limitar fisicamente o tamanho dos órgãos de reserva, porém, não influenciou no seu crescimento em comprimento.

De acordo com Aguiar (2003), a produção de mandioca em termos de tamanho e uniformidade de raízes, pode ser influenciada por diversos fatores como; características varietais e por fatores relacionados ao ambiente de cultivo como o tipo de solo, condições climáticas, tratos culturais e densidade populacional. Baseando-se nestas informações, a não alteração do comprimento de raiz de mandioca cultivar Cascudinha, se deve possivelmente a dois principais motivos; a primeira é que se trata de uma característica da cultivar utilizada neste estudo na qual não foi encontrada nenhuma informação sobre comprimento de raiz para a cultivar em questão. Outra explicação se dá pela densidade populacional adotada neste estudo, que conforme o espaçamento (0,65 x 0,55) adotado devido a regulagem da plantadora, proporcionou em uma população de 27972 plantas por hectare (ha), considerada alta para a cultura, na qual, o ideal seria de aproximadamente 15 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Pereira et al. (2012) avaliando níveis e épocas de desfolha na cultura do milho, relataram que a fase de pendoamento da cultura é a fase fundamental para a produção de espiga de tamanho padronizado, pois verificaram que o comprimento da espiga foi mais afetado com a desfolha de 80% nesta fase. Peluzio et al. (2002) explicam que o tamanho dos drenos pode ser influenciado quando feito desfolhas em épocas de florescimento e formação das vagens de soja, no qual ocorrem picos de atividade fotossintética, indicando maior necessidade de produtos fotossintéticos para a planta realizar sua função de formar o fruto. Porém, para a cultura da mandioca, independente da época e do nível de desfolha, não houve alteração significativa para o comprimento de raiz.

O tamanho da raiz não se refere somente ao seu comprimento, mas também ao seu diâmetro no qual foi verificado efeito significativo para interação dos fatores níveis e épocas de desfolha. Pode-se observar que a desfolha aos 135 DAP foi a que proporcionou em menor diâmetro quando adotado desfolha de 75 e 100% (Figura 13). Nota-se mais uma vez, que esta época foi a que apresentou o maior prejuízo também para esta variável, podendo afirmar que possivelmente este período (135 DAP) a planta de mandioca está investindo significativamente no crescimento e desenvolvimento de outras estruturas.



**Figura 13** - Diâmetro médio de raízes de mandioca de primeiro ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

A remoção parcial das folhas de mandioca (25 e 50%), associado a alta população de plantas, pode ter contribuído para que as folhas remanescentes recebessem maior luminosidade, refletindo em maior acúmulo de matéria seca foliar sem afetar a produção de fotoassimilados.

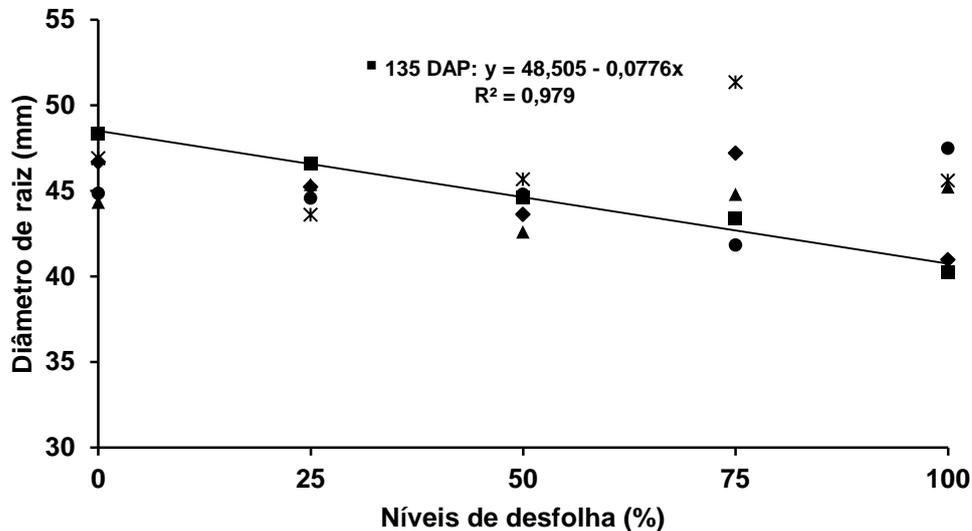
Resultado semelhante foi encontrado por Lima Junior et al. (2010) e por Schmidt et al. (2010), avaliando níveis e épocas de desfolha em estádios de desenvolvimento de girassol e feijoeiro, respectivamente. Schmidt et al. (2010), verificaram que o desfolhamento na época de enchimento de grão foi o mais prejudicial para o tamanho da vagem, assim como Lima Junior et al. (2010) observaram redução do diâmetro do capítulo quando as desfolhas foram realizadas nos estádios de florescimento e enchimento de aquênios podendo reduzir a produção, uma vez que o tamanho do capítulo, pode apresentar correlação significativa com o rendimento de grãos.

Os autores acima ainda ressaltam que entre todos os componentes de produção avaliados, o diâmetro de capítulo teve o maior efeito sobre o rendimento de grãos devido principalmente ao desfolhamento total na fase de enchimento de aquênio e ao fato de a folha ser o principal aparato fotossintético, acumulando, além de nutrientes, compostos orgânicos que serão posteriormente translocados para as partes da planta.

Em relação aos resultados encontrados dos níveis de desfolha sobre as épocas, observa-se que houve efeito linear na medida em que se aumentou o nível de desfolha aos 135 DAP proporcionando redução de 5,02% no diâmetro de raiz quando comparado a desfolha de 100% com a testemunha não desfolhada (Figura 14). Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que nas desfolhas realizadas aos 45 DAP a planta de mandioca estava ainda diferenciando as raízes fibrosas em tuberosas.

No desfolhamento aos 90 DAP a maior parte dos fotoassimilados era destinada a formação da parte aérea e na formação do número de raízes tuberosas, sendo pouco significativo a translocação de fotoassimilados para as raízes cresceram em diâmetro, ao contrário do período de 135 DAP onde já havia um intenso translocamento de fotoassimilados para os órgãos de reserva. Já nas desfolhas aos 180 e principalmente aos 225 DAP os níveis de desfolhas não foram significativos para ocasionarem em menor diâmetro de raiz, pois o tamanho da raiz

pode já estar definido, havendo apenas o gasto de reservas para emissão de novas fontes (MOREIRA, 2011).



**Figura 14** - Diâmetro médio de raízes de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Resultado semelhante foi encontrado por Numberg et al. (1999) avaliando 3 níveis de desfolha em duas épocas distintas na cultura da batata, pois observaram diferenças no número de tubérculos graúdos especialmente em desfolhas mais drásticas (75%) resultando em uma redução de 20% de tubérculos graúdos, comparando-se ao nível de 25% de desfolha, embora não significativamente diferente da testemunha não desfolhada.

O número de raízes por planta de mandioca é definido até aproximadamente 120 dias após o plantio (ALVES, 2006). Mesmo realizado desfolhamento antes deste período, não foi encontrado efeito significativo neste primeiro ciclo de cultivo da mandioca (Tabela 2), podendo inferir que possivelmente como relatado por Aguiar (2003), pode estar relacionado a uma característica do cultivar, já que não houve nenhum problema relacionado ao solo ou tratos culturais executados na cultura e no ambiente de cultivo.

Numberg et al. (1999) avaliando 3 níveis de desfolha em duas épocas distintas na cultura da batata, observaram diferenças no número de tubérculos quanto a época da desfolha e interação níveis de desfolha e épocas, porém, não

foram significativas, observando-se uma ligeira superioridade das plantas desfolhadas aos 30 dias, em relação às plantas desfolhadas aos 60 dias após a emergência. Estes autores mencionam que a batata apresenta uma alta capacidade de rebrota permitindo que a mesma tolere altos níveis de desfolha durante seu desenvolvimento, sem que haja reduções significativas na produção de tubérculos. Esta explicação dada por estes autores também permite inferir para a cultura da mandioca que produz raízes na forma de tubérculos e, que não apresentou redução em relação à quantidade de tubérculos formados em relação aos mesmos tratamentos aplicados a cultura da batata.

O comportamento da formação de maior número de raízes tuberosas como no caso da espécie em estudo e da própria batata citada acima, pode ser completamente diferente de espécies que apresentam frutos de interesse econômico.

Em muitos trabalhos principalmente com espécies da família das fabáceas é relatado que, em razão do aumento do tamanho dos drenos nas épocas após a floração e durante enchimento das vagens, ocorrem picos de atividade fotossintética indicando maior necessidade de produtos fotossintéticos para a planta realizar sua função de produzir e encher vagens. Caso ocorram desfolhas nestas épocas pode haver perdas no número de vagens por abortamento, pois não ocorrerá produção de fotoassimilados suficiente para a planta realizar esta função (SCHMILDT et al. 2010). Estes mesmos autores observaram que o número de vagens de feijoeiro por planta foi afetado pelos níveis de desfolha nos estádios reprodutivos seguindo um modelo linear. Como o órgão de maior interesse para a cultura da mandioca são suas raízes, não é possível fazer a mesma afirmação dos autores citados acima estudando culturas como soja e feijão, porém, o resultado para a cultura da mandioca neste trabalho, assemelha-se com o trabalho de Numberg et al. (1999) estudando estes dois fatores na cultura da batata.

Trabalho realizado pela Embrapa (2001) verifica-se que quando aplicado desfolha de 66% na época de florescimento e principalmente, na época de enchimento das vagens do feijoeiro e desfolhas totais reduziu de forma significativa este componente de rendimento, porém, Fazolin e Estrela (2003) verificaram que além do decréscimo acentuado no número de vagens quando as plantas de feijoeiro foram desfolhadas nas etapas formação e enchimento de vagens (R7) os mesmos

desfolhamentos (66 e 100%) nas etapas iniciais do desenvolvimento vegetativo (V3 e V4) também apresentaram decréscimo no número de vagens, contudo, para a cultura da mandioca quando a desfolha realizada tanto no período vegetativo como reprodutivo, não houve efeito significativo.

Semelhantemente com os trabalhos realizados com a cultura do feijoeiro ocorre com a cultura da soja em que Peluzio et al. (2002) e Fontoura et al. (2006), verificaram que os maiores prejuízos em relação ao número de vagens se dá quando a cultura da soja é desfolhada totalmente nos estádios reprodutivos, principalmente em R4. Glier et al. (2015) avaliando o efeito de diferentes níveis e estádios de desenvolvimento da cultura da soja submetidos a desfolha, verificaram que níveis de desfolha de até 50% não afetou o número de grãos por vagem, mesmo em estádios reprodutivos, mas os níveis de 75 e 100% causaram diferenças significativas, uma vez que o baixo número de folhas dificulta a formação de grãos.

Trabalhos de níveis e épocas de desfolha também foram executados na cultura do algodoeiro. O número de capulhos (pós abertura da maçã) foi fortemente influenciado pelos tratamentos, principalmente em desfolhamento total no período de 60 e 90 DAE (JÁCOME et al. 2003; SILVA et al. 2012; MICHELOTTO et al. 2013).

Os órgãos fonte, representado principalmente pelas folhas, são responsáveis pela produção de assimilados a partir da fotossíntese. Os assimilados podem ser usados tanto como fonte de energia para o funcionamento da planta, através da respiração, como serem translocados e armazenados temporariamente em órgãos de reserva chamados de drenos, representados pelas raízes, meristemas e frutos das plantas (DUARTE; PEIL, 2010), no caso da mandioca as raízes tuberosas.

A época em que ocorre a desfolha pode não acarretar em redução no número dos órgãos de reserva como as espigas de trigo por exemplo, resultado encontrado no trabalho de Gondim (2006), devido à mesma ter sido efetuada na fase de espigamento, quando o número de espigas já havia sido definido. Parte da explicação para a cultura da mandioca submetida a desfolha em diferentes épocas, é que após os 120 DAP o número das raízes de reserva já foi definido.

Lima Junior et al. (2010) avaliando níveis e estádios de desenvolvimento de girassol submetido a desfolha, observaram que quando as plantas de girassol foram desfolhadas em 50% no estádio V6, houve maior número de aquênios por planta, indicando que no estádio vegetativo o girassol suporta certo nível de desfolha, mas

aquelas acima de 50% podem levar à diminuição da produção. Por outro lado, nos estádios reprodutivos, houve diminuição linear no número de aquênios (sementes) com o aumento da desfolha, assim como na fase de enchimento dos aquênios, resultados contrários apresentados a cultura da mandioca.

Na tabela 3, verifica-se por meio da análise de variância da regressão que o valor de F foi significativo ( $p < 0,05$ ) na interação dos fatores de desfolha somente para as variáveis peso de cepa (PC) e peso total de plantas (PT). Houve efeito para os fatores isolados níveis e épocas de desfolha para a variável peso de raiz (PR) e efeito significativo dos níveis de desfolha para o teor de fécula na balança hidrostática. Não houve efeito significativo para a variável peso da parte aérea (PPA).

**Tabela 3** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), massa da parte aérea (MPA), massa de raiz (MR), massa de cepa (MC), massa total de planta (MT) e quantidade de fécula em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/13

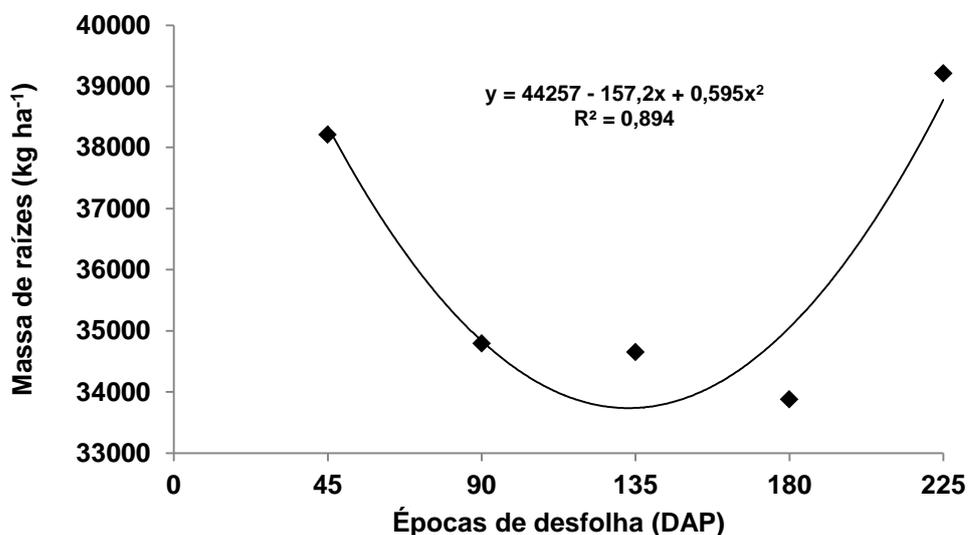
Fontes de variação	MPA	MR	MC	MT	Fécula
	kg ha <sup>-1</sup>				g 5 kg <sup>-1</sup>
Média geral	16441,2	36148,8	12280,0	64808,2	582,78
	Valor de F				
Épocas de desfolha	0.628 <sup>ns</sup>	3.827 <sup>*</sup>	0.602 <sup>ns</sup>	1.908 <sup>ns</sup>	0.893 <sup>ns</sup>
Níveis de desfolha	2.444 <sup>ns</sup>	4.053 <sup>*</sup>	1.146 <sup>ns</sup>	3.544 <sup>*</sup>	9.817 <sup>*</sup>
Épocas x Níveis	1.486 <sup>ns</sup>	1.776 <sup>ns</sup>	2.832 <sup>*</sup>	2.185 <sup>*</sup>	0.654 <sup>ns</sup>
CV (%)	17.2	13.1	13.06	11.92	7.78

<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>\*</sup> : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

No presente trabalho observou-se que os diferentes níveis e épocas de desfolha não influenciaram na massa da parte aérea (MPA), apesar das variáveis altura e diâmetro de haste apresentar efeito significativo em relação aos tratamentos, o que pode ser justificado pela rapidez com que a parte aérea se refaz após a desfolha e o ritmo com que o crescimento de raízes ocorre dependem de uma série de mecanismos fisiológicos das plantas, como capacidade fotossintética do tecido foliar, reservas, altura da planta e absorção de nutrientes (SARMENTO et al. 2008). Outro fato que pode justificar esse efeito na MPA, é que no período de repouso fisiológico da cultura da mandioca, ocorre grande translocação de reservas

armazenadas no caule (hastes) para as raízes, proporcionando em redução de massa independente de seu diâmetro e de sua altura, portanto, se há maior diâmetro e maior altura, maior a quantidade de reservas no caule que deverá acarretar em maior massa das raízes.

A análise de regressão (Figura 15) apresentou efeito quadrático para a variável massa de raiz de acordo com as épocas de desfolha artificial, o que indica que a mandioca foi sensível às perdas foliares em relação ao período de desenvolvimento da planta, que de maneira geral quando o desfolhamento ocorreu aos 132 DAP segundo o modelo matemático, resultou em maior prejuízo na massa das raízes, ou seja, uma produtividade de 33874 kg ha<sup>-1</sup>. Esse resultado poderá subsidiar o cálculo do nível de ação para o controle de *E. ello*. A baixa massa de raiz neste período de 135 DAP se deu possivelmente pela menor translocação de fotoassimilados provocado pela diminuição da área fotossinteticamente ativa (número de folhas) que reduziu altura, diâmetro de caule e, conseqüentemente, pelo menor acúmulo de reservas nas raízes tuberosas.



**Figura 15** - Massa de raízes por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

De acordo com Aguiar (2003), o rendimento de raízes de mandioca por unidade de área (hectare) parece não estar relacionado com o número de raízes, e sim com o seu tamanho, onde o peso de raízes relaciona-se de forma conjunta com

seu diâmetro e comprimento, resposta semelhante com a que ocorreu neste estudo de desfolha artificial com a cultura.

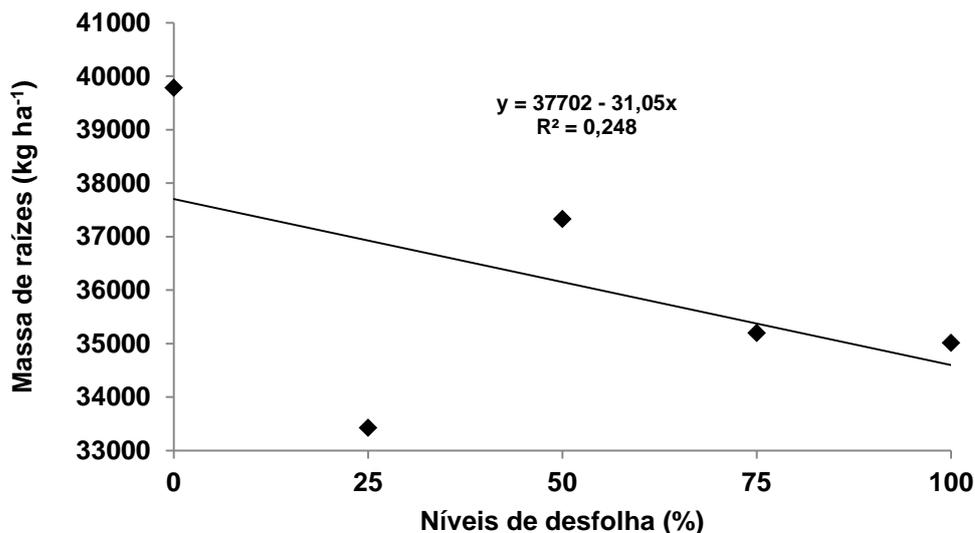
Essa redução significativa do rendimento por planta se deu como já mencionado pelo menor número de folhas em que a planta de mandioca apresentava no final de seu ciclo após ser desfolhada aos 132 DAP, portanto, menor quantidade de “fábrica” de carboidratos, conseqüentemente menor atividade fotossintética, maior o consumo de carboidratos para repor o aparato fotossintético perdido, proporcionando um menor saldo de assimilados gerados pela fotossíntese líquida armazenados nas raízes. O período em que ocorreu maior redução na massa de raiz neste trabalho, foi na segunda quinzena do mês de fevereiro. Aguiar et al. (2011), observaram menor massa de raízes quando as plantas de mandioca foram podadas no mês de abril, época próxima da desfolha deste trabalho em que apresentou a menor massa de raízes, já as podas realizadas nos meses de maio a agosto, não alteram de modo significativo o rendimento de raízes de mandioca.

Vários são os trabalhos com níveis e épocas de desfolha em culturas graníferas. Gondim (2006) observou que houve menor peso do hectolitro (PH) na cultura do trigo quando desfolhada no período de enchimento de grão. Alvim et al. (2010), verificaram que desfolhas realizadas no período reprodutivo do milho foram significativas para redução no peso de mil grãos e, que as reservas acumuladas no colmo durante o desenvolvimento vegetativo foram suficientes para suprir a necessidade da planta em metabólitos para o enchimento de grãos quando a desfolha ocorreu em baixa porcentagem no período reprodutivo. A reserva de fotoassimilados acumulada durante a fase vegetativa no caule e a sua translocação para o enchimento de grãos no tratamento com desfolha total permitiram que o grão finalizasse a sua formação e, conseqüentemente, permitiram a contagem do número de grãos e do número de fileiras nas espigas.

Nas culturas de feijão e soja o desfolhamento no período de enchimento de grãos ou vagem também foi a que acarretou em menor rendimento de grãos, cuja justificativa é que com a remoção de toda a área foliar não houve tempo suficiente para a sua recuperação, o que afetou a relação fonte-demanda da planta. As reservas que as plantas possuíam nos caules ramos e pecíolos não foram suficientes para suprir a demanda das estruturas reprodutivas (FAZOLIN; ESTRELA, 2003; BARROS et al. 2002; PARCIANELLO et al. 2004; FONTOURA et al. 2006).

Entretanto, Fazolin e Estrela (2003), relataram que no período de enchimento de vagens (R8) do feijoeiro, a redução na produtividade somente foi acentuada a partir de 66% de desfolha, na qual constataram que nessa etapa as folhas remanescentes, mesmo em altos níveis de desfolha, foram suficientes para a síntese de fotoassimilados necessários para a produção de grãos.

A análise de regressão (Figura 16) apresentou ajuste linear decrescente para a variável massa de raiz de acordo com os níveis de desfolha artificial, possibilitando inferir que às perdas foliares em diferentes níveis foram cada vez mais prejudiciais. O baixo valor para esta variável nos níveis mais drásticos de desfolha (75 e 100%) deve-se possivelmente ao maior gasto das reservas armazenadas nas raízes tuberosas para o restabelecimento da área foliar para voltar a produzir fotoassimilados para a manutenção da planta.



**Figura 16** - Massa de raízes por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Em contraste aos cereais e outras culturas graníferas o desenvolvimento das raízes tuberosas da mandioca se dá juntamente com o da parte aérea (caule, pecíolos e folhas). Desta forma, ocorre uma demanda simultânea de assimilados para o desenvolvimento das partes aérea e subterrânea, que competem entre si durante o ciclo de vida da planta (SOARES, 2011). Portanto, segundo Aguiar, (2003) o rendimento de raízes tuberosas, é dependente do saldo de carboidratos

disponíveis durante o desenvolvimento das plantas e da capacidade das raízes os atraírem e acumularem na forma de amido (fécula).

Diferentemente de outras culturas de propagação vegetativa, produtoras de órgãos especializados em armazenamento como a batata onde os tubérculos praticamente monopolizam o acúmulo de elaborados, na cultura da mandioca os açúcares produzidos nas folhas, além de serem armazenados como fécula nas raízes tuberosas, acumula-se também nas ramas (caule ou hastes) que serão utilizadas para obtenção da maniva semente (AGUIAR, 2003; AGUIAR et al. 2011). De acordo com Aguiar (2003), mudanças na translocação de fotoassimilados para as raízes durante os 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.

Em algumas culturas, como o trigo e o milho, as plantas conseguem dependendo da intensidade de desfolha produzir grãos de forma satisfatória, sendo possível por meio de uma harmonização e otimização do trabalho da planta utilizando as reservas do colmo (GONDIM et al. 2008; ALVIN et al. 2010), assim ocorre também para a mandioca, onde na falta de área foliar, reservas do caule pode ser destinada para que haja a continuidade do desenvolvimento das raízes tuberosas.

O efeito negativo do desfolhamento em outras culturas foi comprovado por vários pesquisadores. Alvim et al. (2010), verificaram que houve redução na produtividade de milho quando retiradas as folhas superiores a inserção da espiga na planta de milho por serem fisiologicamente ativas. Quando a planta foi submetida a desfolhamento total houve a maior redução na massa de mil grãos, enquanto os outros tratamentos não diferiram da testemunha sem desfolha. Comportamento semelhante foi observado por Gondim et al. (2008), em que a massa de grãos de trigo apresentou tendência linear decrescente de acordo com o aumento da intensidade da desfolha. Resultado semelhante pode ser observado para a massa de raízes de mandioca, onde que os maiores níveis de desfolha proporcionaram no mesmo comportamento linear decrescente para esta variável apresentado de acordo com o aumento da desfolha, onde que possivelmente nem mesmo com a translocação das reservas do caule para as raízes foram suficientes para manter em

equilíbrio a massa de raízes quando comparado com as plantas não desfolhadas. Isso pode ser explicado pela diminuição de acúmulo de reserva de fotoassimilados para a “mobilização na fase de acúmulo de amido” e pela diminuição, da fotossíntese atual, pela remoção de folhas.

Em espécies da família das fabáceas, Barros et al. (2002) e Costa et al. (2003), verificaram redução na massa de mil grãos e no rendimento da soja quando submetida ao desfolhamento. A maior diferença para ambos os trabalhos ocorreu para o desfolhamento de 100% das plantas, porém, todos os níveis de desfolhas distinguiram do tratamento testemunha, fato que pode ter ocorrido em razão da fotossíntese não ter sido suficiente para suprir a demanda de fotossintetatos para proporcionar em maior acúmulo de massa. Fonseca et al. (2014) verificaram ajuste linear decrescente de acordo com o aumento dos níveis 25%, 50%, 75% e 100% de desfolha na produtividade da cultura do crambe independente do estágio de desenvolvimento da cultura. Apesar de não ter apresentado efeito significativo para as desfolhas em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura da mandioca, o efeito dos diferentes níveis de desfolha proporcionaram o mesmo comportamento de declínio na massa de raízes, conforme o aumento da intensidade de desfolha.

Lima Junior et al. (2010) relacionando a biomassa de 100 aquênios com o nível de desfolha, verificaram redução neste componente com desfolhas a partir de 50% na fase de enchimento de aquênios. Já o desfolhamento em qualquer nível na fase vegetativa não interferiu na massa de aquênios em que o estresse provocado pela desfolha no período inicial da cultura, garantiu tempo para recuperação das plantas, no qual as folhas ficaram com tamanho menor e mais túrgidas, produzindo capítulos menores e com aquênios maiores. Ao contrário com o que ocorreu neste trabalho de desfolha em girassol, independente da época de desfolha, não proporcionaram em redução nos componentes morfológicos de raiz da mandioca.

Costa et al. (2003) verificaram que os níveis de desfolhas aplicadas no florescimento não exerceram influência significativa sobre o rendimento de grãos, devido à capacidade de recuperação da planta de soja a danos foliares, ao contrário quando aplicado os mesmos níveis de desfolha nos estádios de formação e enchimento de vagem. Segundo estes autores, a desfolha altera a relação fonte/dreno, fazendo com que a planta passe por um rearranjo das funções

fisiológicas, o que pode explicar essa redução de massa de raízes de mandioca conforme o aumento da desfolha.

É de conhecimento dos pesquisadores que o rendimento de grãos e/ou qualquer outro órgão de reserva é amplamente dependente da eficiência fotossintética da folha e da intensidade de transferência dos fotoassimilados para o órgão de reserva na ocasião de sua formação e de seu enchimento, o que permite inferir que a desfolha parcial ou total de uma planta no período reprodutivo reduz a produção, pois está ocorrendo a translocação de fotoassimilados dos órgãos vegetais para os de acúmulo de reservas.

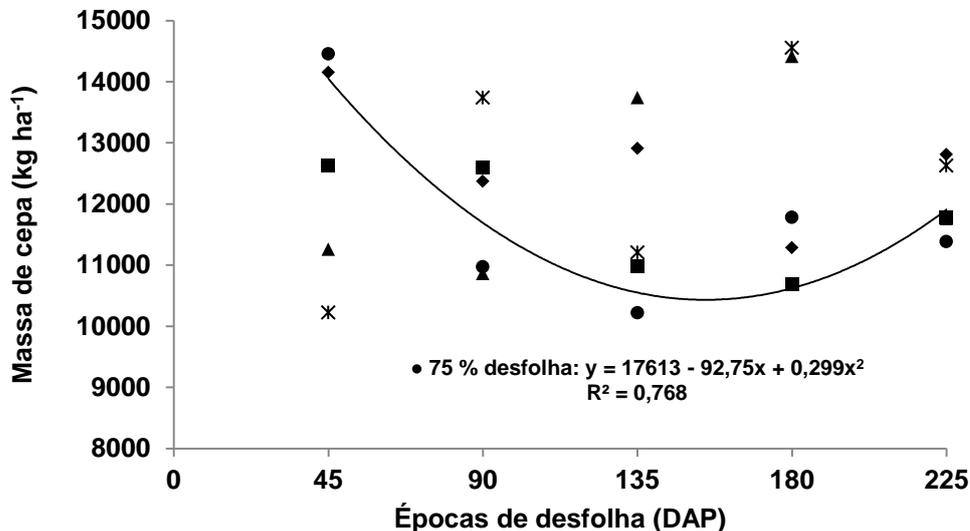
Como já citado neste trabalho, o número de raízes é definido até aproximadamente 120 DAP, posteriormente a esta fase, há uma acelerada translocação de fotoassimilados tanto para as raízes tuberosas já formadas como para os caules e novas folhas que ainda estão em formação, portanto, esta redução de produção mencionada deve-se possivelmente por haver competição entre partes reprodutivas e vegetativas, pois para a formação de novas folhas ocorre o consumo de carboidratos que iriam ser empregados no crescimento das raízes tuberosas. Esta competição é mais acentuada à medida que os níveis de desfolha aumentam, ocasionando maiores reduções ao rendimento de raízes devido à falta de aparato fotossintético para a produção de fotoassimilados.

Pela análise de regressão (Figura 17) observa-se interação entre os fatores níveis nas épocas de desfolha para a variável massa de cepa. Assim como para as demais variáveis analisadas, o desfolhamento após 135 DAP resultou em maiores perdas na massa de cepa da mandioca, onde de acordo com o modelo matemático da equação quadrática da regressão, o maior prejuízo seria em uma desfolha aos 155 DAP, acarretando em uma redução na massa de cepa para  $10420,2 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Esta variável não apresenta importância produtiva e nem propagativa, sendo descartada na lavoura após a colheita das raízes. A cepa é uma parte da planta altamente lignificada de “ligação” do sistema radicular com a parte aérea. É considerada, ainda, um coproduto da produção de raiz, porém, esta parte da planta pode ser utilizada para produção de energia (CURCELLI et al. 2010). São escassos os trabalhos na literatura a respeito da produção e produtividade deste material.

De acordo com os resultados deste trabalho pode-se observar que esta estrutura possui maior ligação com o sistema radicular, pois apresentou resultados

semelhantes à mesma, ao contrário da parte aérea, que não houve efeito significativo entre os tratamentos submetidos.



**Figura 17** - Massa de cepa por planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Poucos são os trabalhos com a cultura da mandioca e, destes trabalhos não foi encontrado nenhum que realizou avaliações na massa de cepa da mandioca, tornando-se duvidoso qualquer afirmação sobre a mesma.

Outras culturas como os cereais não apresentam cepa, no qual o caule não é utilizado como estrutura propagativa, ou seja, funciona de auxílio para as folhas atuando como uma fonte como relata Gondim (2006). Em seu estudo com níveis e épocas de desfolha na cultura do trigo, constatou-se efeito linear decrescente com o aumento da desfolha sobre a biomassa seca do colmo (caule) indicando que a cultura utilizou as reservas desta estrutura na situação de estresse causada pelo desfolhamento para a formação de raízes, possibilitando maior absorção de água e nutrientes para voltar a formar novas folhas para conseguir suprir a demanda da planta.

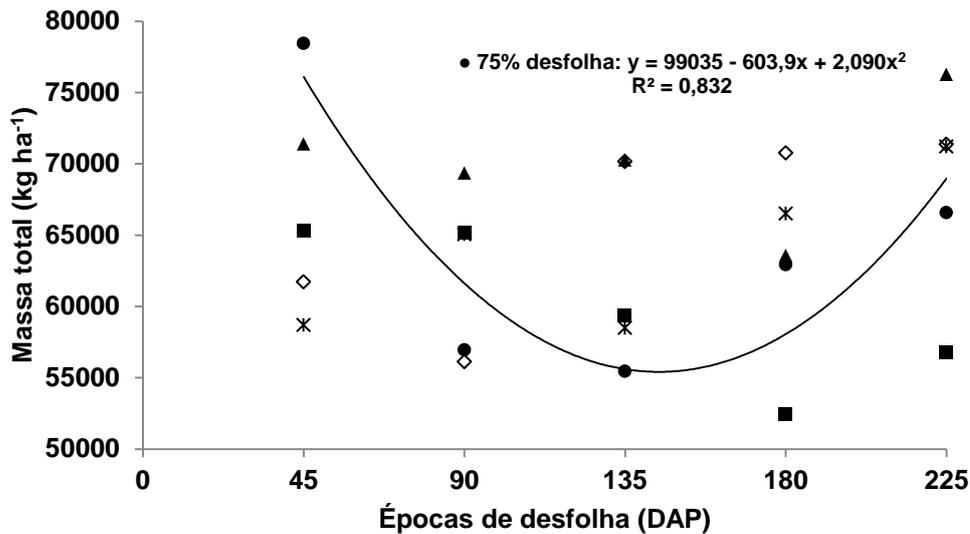
Baseando-se no resultado deste autor, possibilita inferir que provavelmente tenha ocorrido maior remobilização de assimilados das ramificações do caule da mandioca (estrutura não fotossintetizantes) com grande parte das folhas removidas ou totalmente, para suprir a demanda de fotoassimilados durante a fase de acúmulo

de amido, demonstrando grande capacidade de acúmulo de reservas e de remobilização de assimilados para esta fase. Entretanto essa suposta capacidade não compensou a diminuição da produção de fotoassimilados, para evitar a queda no rendimento quando desfolhado aos 135 DAP.

A análise de regressão (Figura 18) apresentou efeito quadrático para a variável massa total de plantas (MT) de acordo com as épocas de desfolha artificial, o que indica que a mandioca foi sensível às perdas foliares em relação ao período de desenvolvimento da planta, e que de maneira geral quando o desfolhamento ocorreu após 135 DAP resultou em maior prejuízo na massa total de plantas assim como a massa das raízes.

Este resultado possibilita inferir que a massa da parte aérea não foi capaz de influenciar na massa total de plantas, portanto, o sistema radicular juntamente com a cepa são as partes da planta de maior interferência na massa total de plantas. Pelo ajuste da curva, percebe-se que o desfolhamento realizado de 90 a 180 DAP possibilitaram redução na massa da planta de 9,07% com destaque a desfolha realizada aos 145 DAP ao nível de 75% de desfolha em comparação com a desfolha realizada somente aos 225 DAP conforme o modelo matemático da equação da regressão, onde a massa de planta total é reduzida para 55395,2 kg ha<sup>-1</sup>.

O desfolhamento aos 45 DAP permitiu que a planta se recuperasse ao longo do ciclo dos danos provocados pelos níveis de desfolha. Já a desfolha realizada aos 225 DAP não foi suficiente para ocasionar em reduções significativas na massa de planta, pois neste período a planta já apresentava grande acúmulo de massa seca, passando apenas a translocar fotoassimilados das folhas e ramificações do caule para as raízes tuberosas, fase essa conhecida como dormência. Esta fase ocorre principalmente em locais com grande variação de temperatura e de precipitação pluviométrica, ocorrendo inicialmente uma reduzida produção de folhas e uma grande queda das mesmas, onde o crescimento vegetativo é paralisado e completa-se o ciclo (ALVES, 2006).

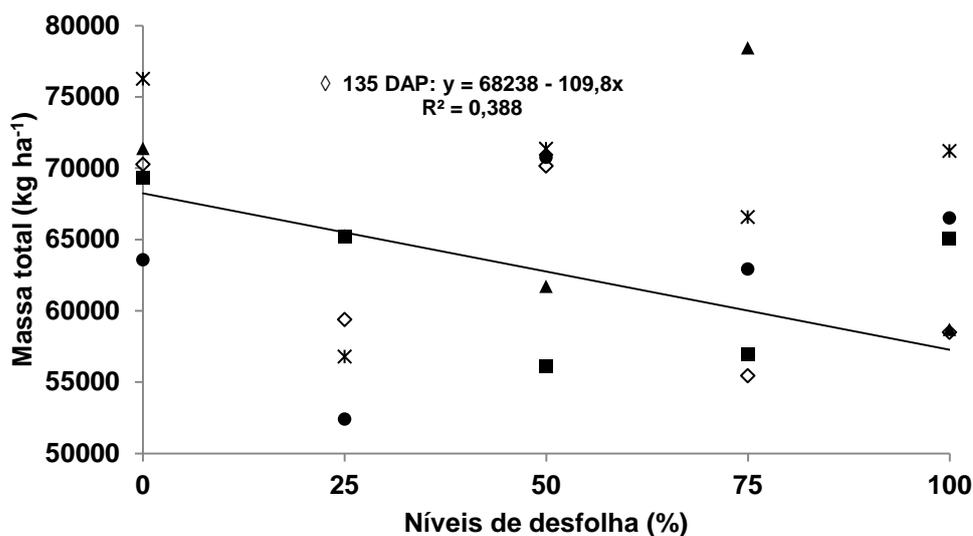


**Figura 18** - Massa total de planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Pereira et al. (2012) avaliando níveis e épocas de desfolha na cultura do milho observaram que quando a desfolha foi realizada no estágio de sete folhas totalmente expandidas, a massa total das plantas não foi afetada, no qual relatam que nesse estágio de desenvolvimento há elevada capacidade da cultura em relação à recuperação dos aparelhos fotossintéticos e de eficiência que eles possuem em converter luz em fotoassimilados como verificados neste trabalho com a cultura da mandioca. Entretanto estes autores verificaram que na fase de pendoamento houve redução na massa total de plantas de milho de até 49% quando a cultura foi submetida à desfolha de 80%. Esse mesmo percentual foi o único a causar redução na massa de planta na fase de enchimento de grãos leitosos.

Pela análise de regressão para o efeito dos níveis de desfolhas nas diferentes épocas de desenvolvimento da mandioca (Figura 19) para a variável massa total de plantas (MT) houve ajuste linear decrescente conforme ao aumento do nível de desfolha artificial, acenando que a mandioca foi sensível às maiores perdas foliar, e que de maneira geral quando o desfolhamento ocorreu parcialmente a 75% acarretou em maior prejuízo no peso total de plantas assim como na massa das raízes. Pelo ajuste da reta, percebe-se que o desfolhamento de 25 a 100% ocasionaram redução na massa de planta total de 8,68% com destaque a desfolha

realizada ao nível de 75% aos 135 DAP em comparação com a testemunha não desfolhada (Figuras 18 e 19), já que a desfolha de 100% não foi significativo conforme análise de regressão. A redução da massa total de plantas de mandioca é considerada pequena em comparação com outros trabalhos com diferentes níveis de desfolha, podendo inferir neste trabalho que o maior prejuízo em relação a esta variável refere-se a época de desenvolvimento da planta da mandioca em que os níveis de desfolha foram empregados.



**Figura 19** - Massa total de planta de mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Nenhum nível de desfolhamento ocasionou redução na massa total de plantas de arroz quando desfolhadas no período vegetativo (BERTONCELLO et al. 2011). Segundo os autores a planta pode ter se recuperado dos danos iniciais sem prejuízos na massa total de plantas. A partir do estágio R4 da cultura, os autores verificaram que desfolhas acima de 25% acarretam prejuízos, ocasionando perda de até 54,52% de massa no nível de desfolha a 100%. Outros trabalhos citados por Bertoncello et al. (2011), encontraram um percentual de redução na massa de planta bem próximo ao encontrado neste trabalho com a cultura da mandioca (8%), com os mesmos níveis de desfolha aplicados.

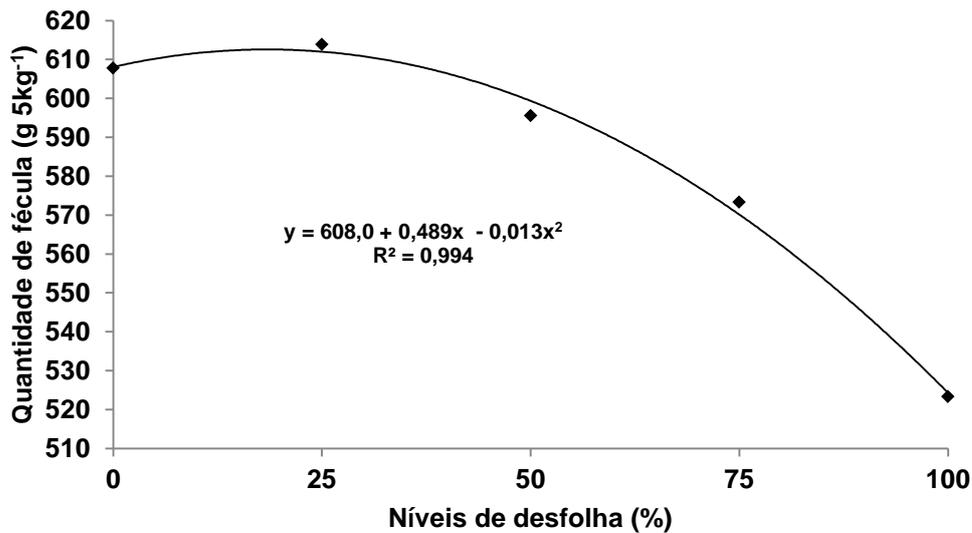
De forma semelhante a mandioca neste trabalho, Lauer et al. (2004) e Sangoi et al. (2012), também verificaram que os níveis de desfolha no período vegetativo do

milho não foram suficientes para reduzir a massa total, no qual ressaltam que o milho possui grande capacidade de regeneração de área foliar nas fases iniciais do seu ciclo, o que diminui a sua sensibilidade a estresses ocasionados pela desfolha.

A retirada de folhas e consequente redução da área fotossinteticamente ativa certamente provoca redução nos componentes de rendimento e da planta de maneira geral, por diminuição na quantidade de fotoassimilados produzidos.

A variável quantidade de fécula teve ajuste linear de acordo com a análise de regressão (Figura 20) para a influência dos níveis de desfolha artificial, o que possibilita inferir que a mandioca respondeu amplamente às perdas foliares em relação ao período de desenvolvimento da planta, principalmente nas desfolhas mais drásticas como de 75 e 100% na qual resultaram em maior prejuízo na quantidade de fécula armazenada nas raízes tuberosas e que, de acordo com o modelo matemático da regressão, uma desfolha de 18,8% proporciona na maior quantidade de fécula armazenada ( $613 \text{ g } 5 \text{ kg}^{-1}$  de raiz) podendo afirmar que uma desfolha por ataque de *E. ello* até essa proporção seria tolerada pela cultura da mandioca, ou seja, sem danos econômico.

Este resultado possibilita inferir também que a redução da quantidade de fécula que deveria estar armazenada, tenha sido utilizada para a formação de novas brotações para suprir a ausência de folhas oriunda das desfolhas, principalmente, nas desfolhas mais drásticas, ou ainda que as desfolhas mais precoces tenham interferido diretamente no acúmulo de amido nas raízes tuberosas, reduzindo o armazenamento.



**Figura 20** - Quantidade de fécula presente em 5 kg de raízes da mandioca de primeiro ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2012/2013 submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

A batata é uma cultura produtora de órgãos especializados em armazenamento (tubérculos), assim como a mandioca, porém, praticamente monopolizam o acúmulo de elaborados nos mesmos, ou seja, apesar de ser propagada vegetativamente as perdas de amido não se equiparam a da mandioca quando submetida a perdas de parte aérea, pois as hastes da mandioca atuam como fortes drenos (AGUIAR, 2003).

Segundo Aguiar et al. (2011), a cultura da mandioca passa por um período de repouso fisiológico, que ocorre nos meses mais secos e frios do ano, onde antes da planta entrar em senescência, ocorre uma grande translocação dos açúcares solúveis das folhas para as hastes e, posteriormente há a translocação destes carboidratos solúveis armazenados das hastes para as raízes, proporcionando embora lento, o desenvolvimento das raízes tuberosas. Quando estas raízes tuberosas iniciam sua diferenciação, qualquer alteração no suprimento de carboidratos para as raízes nestes estádios iniciais de diferenciação pode ocasionar em grandes danos na capacidade de dreno, podendo comprometer o fluxo de carboidratos para as mesmas e conseqüentemente sua produção (AGUIAR, 2003; AGUIAR et al. 2011).

No trabalho sobre desfolhamento em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo, Souza et al. (2013) relatam que a estrutura do caule foi uma importante fonte das reservas da planta de trigo e essenciais para realocar os assimilados no

momento do enchimento de grãos. Entretanto neste trabalho como já relatado, para mandioca o caule funciona como uma fonte para as raízes, porém, como um dreno para as folhas, portanto, a altura de caule (haste) e do diâmetro do mesmo, pode ter atuado como maior dreno das raízes tuberosas interferindo no armazenamento de fécula nas raízes, já que na baixa quantidade de folhas ou na ausência das mesmas devido ao desfolhamento artificial, a fonte passou a ser o sistema radicular.

Reduções no translocamento de fotoassimilados para as estruturas de reserva foram justificados para um menor peso de grãos e de capulhos de culturas submetidas a níveis de desfolhas como em arroz, feijão, soja e algodão (BERTONCELLO et al. 2011; PELUZIO et al. 2002, SCHMILDT et al. 2010 e MICHELOTTO et al. 2013).

A cultura do algodoeiro submetida a níveis de desfolhamento no trabalho de Silva et al. (2012), não apresentaram redução na produtividade, e sim na qualidade da fibra. Assim como a cultura do algodoeiro, a mandioca apresenta o teor ou quantidade de fécula acumulada nas raízes tuberosas como fator de qualidade, sendo a quantidade deste carboidrato por kg de massa seca de raiz o principal parâmetro de agregação de valor de comercialização da tuberosa.

O desfolhamento total em plantas de milho no trabalho de Viecelli et al. (2011), causou grande prejuízo no enchimento dos grãos, porém, as reservas acumuladas no caule da planta de milho foram suficientes para que a planta conseguisse se manter até o final do ciclo, pois houve translocação de fotoassimilado do caule da planta para os grãos, uma vez que são transportados continuamente dos sítios de produção para os locais onde serão consumidos (raízes, zonas de crescimento) ou armazenados, o que pode também estar associado com as plantas de mandioca. Essa capacidade de armazenamento de fotoassimilados por parte do caule é de suma importância para o período de enchimento de grãos onde diversas vezes atua como o equilibrador em situação de limitação de “fonte”, remobilizando carboidratos de reserva (VIECELLI et al. 2011).

Diferentemente da mandioca que não é uma cultura produtora de grãos, nestas culturas o sistema radicular é abastecido pelas folhas que estão mais próximas ao solo, ao passo que as mais próximas ao ápice suprem as necessidades dos meristemas apicais e também flores e frutos em amadurecimento, entretanto, todas as regiões consumidoras de carboidratos exercem uma grande atração de

fotoassimilados, sendo as folhas o principal local onde ocorre a formação destas substâncias por meio dos processos da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2009) onde que para a cultura da mandioca, a maior “atração” pelos carboidratos se dá por suas raízes, sendo, portanto, o principal componente a ser afetado.

#### 4.2. SEGUNDO CICLO DE CULTIVO DA MANDIOCA

A análise de variância da regressão apresentou valor de F significativo ( $p < 0,05$ ) para os fatores isolados níveis e épocas de desfolha e na interação dos fatores de desfolha para a variável altura, diâmetro de caule e número de folhas durante o segundo ciclo da cultura da mandioca (Tabela 4) resultado semelhante ao encontrado para o primeiro ciclo, o que indica que incrementos nos níveis de desfolha causam reduções nas respostas observadas, cuja intensidade depende do estágio em que ocorrem.

**Tabela 4** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), altura de planta, diâmetro de colmo e número de folhas por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/14

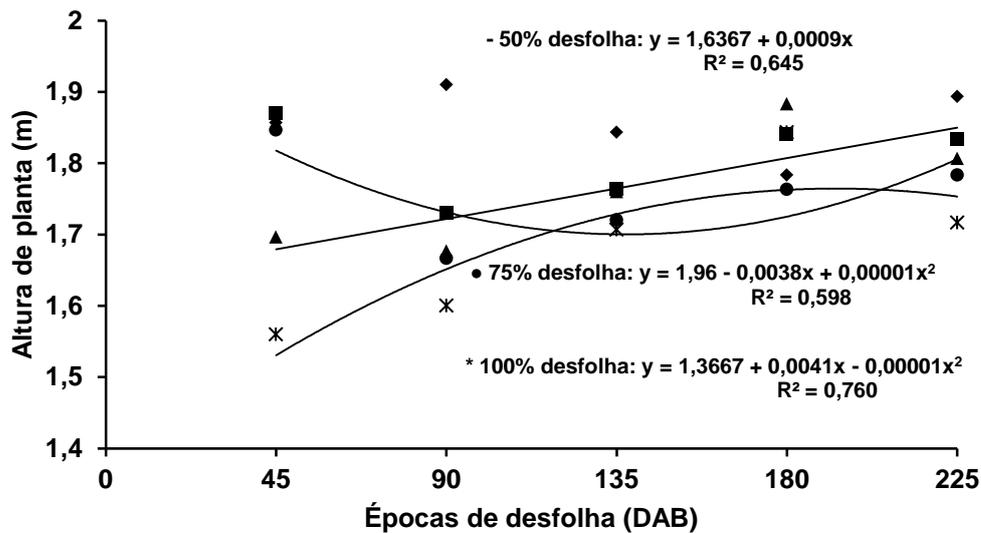
Fontes de variação	Altura (m)	Diâmetro de caule (mm)	Nº de folhas
Média geral	1,77	26,16	153,88
	Valor de F		
Épocas de desfolha	5,057 *	80,63 *	8,832 *
Níveis de desfolha	11,76 *	129,579 *	12,312 *
Épocas x Níveis	3,03 *	79,389 *	18,756 *
CV (%)	4,07	2,06	8,57

<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O que justifica os resultados semelhantes ao do ciclo anterior de todas as variáveis analisadas na tabela 4 (altura de planta, diâmetro de caule e número de folhas por planta) deve-se ao fato de que as plantas de mandioca não foram podadas após o primeiro ciclo, pois dentro do objetivo do trabalho não era analisar a poda do caule, e sim, aplicar os níveis e as épocas de desfolhamento em cada ciclo de produção da cultura, interferindo o mínimo possível nos outros fatores que podem levar ao comprometimento do desenvolvimento da cultura da mandioca.

Analisando a variável altura, pode-se observar comportamento desigual no porte das plantas nas épocas iniciais (45 e 90 DAB) de desfolha testada (Figura 21). A desfolha realizada aos 90 dias após a brotação (DAB) das ramificações do caule foi a que apresentou comportamento de maior redução de altura principalmente ao nível de 100% de desfolha. Isso pode ser explicado pelo fato de que nesta fase, a planta de mandioca está investindo os fotoassimilados produzidos nas folhas e também suas reservas nas raízes tuberosas, para seu crescimento de parte aérea coincidindo com seu desenvolvimento de segundo ciclo, onde praticamente toda parte estrutural já está formada.

Desfolhas realizadas aos 180 e 225 DAB praticamente não foram afetadas pelos diferentes níveis de desfolha, pois neste período a planta de mandioca já estabilizou seu crescimento de parte aérea, investindo quase que em sua totalidade, no crescimento de suas raízes tuberosas. De acordo com modelo matemático da equação da regressão ao nível de 100% de desfolha, aos 205 DAB é a época em que a planta de mandioca sofreria o menor dano nesta variável para este nível, apresentando 1,79 m de altura. Conforme Viecelli et al. (2011), dependendo da fase de desenvolvimento em que a planta se encontra quando submetida a determinado estresse pode apresentar tolerância ao mesmo. No caso deste trabalho, a cultura da mandioca não sofreu os impactos nesta variável após as desfolhas aos 90 DAB, pois seu crescimento estabilizou.



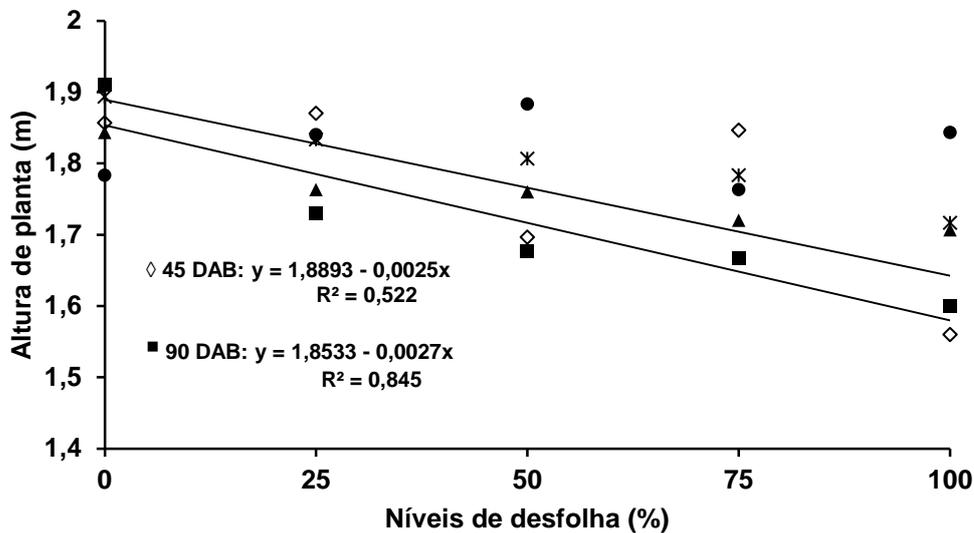
**Figura 21** - Altura média de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Souza et al. (2013) relataram que na cultura do trigo, nem sempre a maior altura da espiga é desejada em materiais com baixa resistência de colmo (caule), pois exerce uma maior força para acamamento, proporcionando perdas de colheita e produtividade, porém, plantas com pouco alongamento de entrenó, mas que possuem maior altura aumentam a área fotossinteticamente ativa em razão de um maior número de folhas e de colmo mais longo, disponibilizando assim maior quantidade de fotoassimilados, para o crescimento vegetativo, das estruturas reprodutivas e posteriormente para o enchimento de grãos, onde os carboidratos produzidos pela assimilação de  $CO_2$  do processo fotossintético, são distribuídos por toda a planta.

Esse benefício para a cultura do trigo, não é o mesmo para cultura da mandioca, pois quanto maior a altura de seu caule e ramificações, mais forte é a atuação destas estruturas como dreno, prejudicando o acúmulo de carboidratos nas raízes e sem contar que plantas altas ficam suscetíveis a ventos fortes, que podem levar a seu tombamento e expor as raízes causando a deterioração das mesmas.

Avaliando a interferência dos níveis de desfolha na variável altura, pode-se observar diferenças no porte das plantas para os níveis mais drásticos de desfolha (50, 75 e 100%), ou seja, desfolha inferior a 50 % não foi suficiente para reduzir esta variável nas épocas iniciais de desfolha neste segundo ciclo (Figura 22). Desfolhas realizadas aos 45 e 90 DAB apresentaram ajuste linear decrescente em função dos

níveis de desfolha, ou seja, quanto maior o nível de desfolha maior foi à interferência nesta variável, com destaque para as desfolhas de 75 e 100%.



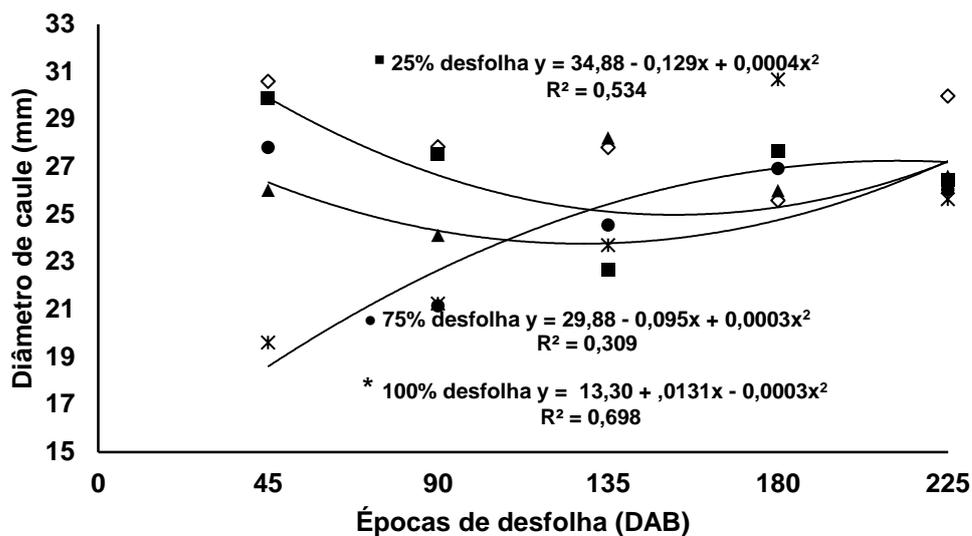
**Figura 22** - Altura média de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

De acordo com os trabalhos de Bertulio (2008) e Cantarelli et al. (2008) avaliando a simulação de desfolhas por formigas cortadeiras em eucalipto, verificaram que as desfolhas nos primeiros três meses e com desfolhas mais drásticas foram as que mais afetaram o crescimento da espécie arbórea e que o desfolhamento após doze meses, pouco interferiu nesta variável. Nিকেle et al. (2008), relatam que a altura de *P. taeda* é pouco afetada pela desfolha parcial, mesmo quando altamente suscetíveis. Apesar do ciclo de desenvolvimento da mandioca ser diferente de espécies arbóreas, é comum para as espécies vegetais que o crescimento de parte aérea seja definido no início de seu ciclo. Como a mandioca neste caso já está no segundo ciclo de desenvolvimento e as plantas não foram podadas, esta diferença para as duas primeiras épocas de desfolha é referente possivelmente as desfolhas realizadas nestes mesmo períodos, porém, no primeiro ciclo onde encontrava-se em crescimento de parte aérea.

Analisando a variável diâmetro de caule, pode-se observar diferenças nas plantas para todas as épocas de desfolha (Figura 23) de forma muito similar com os resultados encontrados no primeiro ciclo, o que possibilita inferir que esta variável

manteve suas características no ciclo anterior e que apresenta maior sensibilidade as desfolhas do que a variável altura.

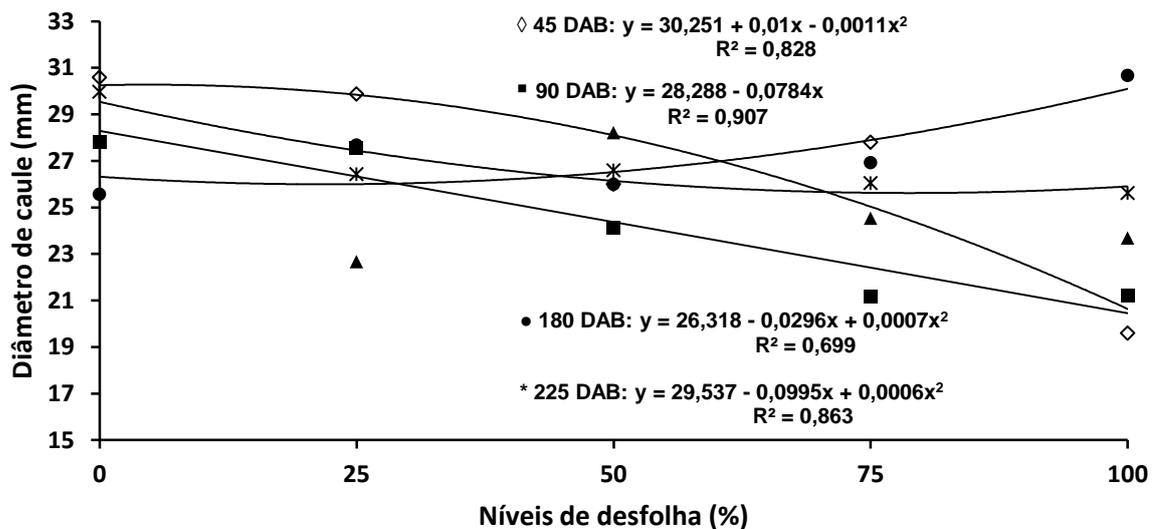
A desfolha realizada aos 45 e 90 DAB assim como para altura foi a que apresentou a maior redução de diâmetro da haste (8,96%), principalmente quando houve 100% de desfolha. Pode-se inferir que a planta de mandioca está investindo os fotoassimilados produzidos nas folhas e armazenados em suas raízes tuberosas para seu restabelecimento de parte aérea (folhas), o que coincide com o início de sua brotação. Desfolhas realizadas aos 180 e 225 DAB pouco foram afetadas pelos diferentes níveis de desfolha, assim como para a variável altura. De acordo com o modelo matemático da regressão o desfolhamento aos 220 DAB ao nível de 100% foi à época de menor prejuízo para a variável diâmetro de caule, apresentado um valor de 27,8 mm.



**Figura 23** - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha.

A maior sensibilidade do diâmetro em relação à altura é explicada no trabalho de Matrangolo et al. (2010) com espécies arbóreas submetidas ao desfolhamento, no qual, relatam que o crescimento do diâmetro é mais dependente da fotossíntese do que das reservas acumuladas na árvore, enquanto o crescimento em altura é mais dependente das reservas da árvore do que da produção de fotossíntese.

O diâmetro da base do caule da mandioca apresentou redução em vários níveis de desfolha aplicados (Figura 24). As desfolhas nos níveis de 75 e 100% foram as que mais influenciaram nesta variável principalmente quando realizada aos 45 e 90 DAB assim como para altura foi a que apresentou a maior redução. Desfolhamento próximo de zero (4,5%) acarretou em menor dano ao diâmetro de caule que apresentou 30,27 mm conforme equação da regressão aos 45 DAB.



**Figura 24** - Diâmetro médio da base do caule de plantas de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha.

Avaliando níveis de desfolha na cultura da mamona, Diniz Neto et al. (2012) verificaram que o tratamento testemunha e 20% de desfolha aplicado nas plantas, o diâmetro do caule cresceu linearmente, enquanto que os desfolhamentos de 40 e 60% proporcionaram redução de diâmetro do caule quando comparado aos outros dois tratamentos citados. Resultados pouco distintos a destes autores foram verificados em plantas de mandioca, pois mesmo com desfolhas de 25% já foram suficientes para proporcionar redução no diâmetro de caule, porém, corroborando com os resultados sobre desfolha em mamona, a desfolha mais drástica (100%) foi a que representou maior declínio para esta variável.

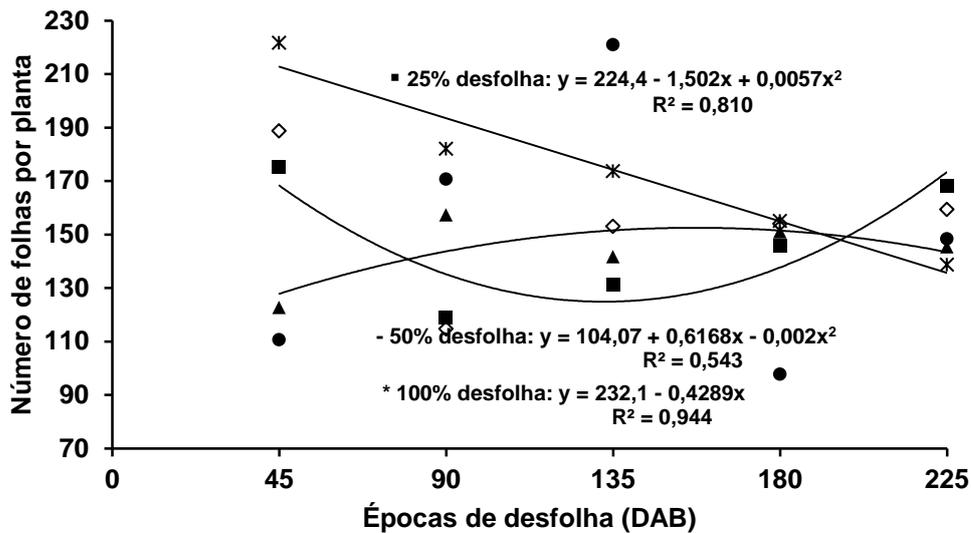
De modo geral neste trabalho, o comportamento das plantas de mandioca em relação ao diâmetro de caule foi semelhante ao crescimento das plantas em altura, demonstrando efeito semelhante entre estas duas variáveis. Assim, os tratamentos

que determinaram redução em altura da planta, também influenciaram a redução do diâmetro do caule.

A variável número de folhas por planta de mandioca foram influenciadas, significativamente, pelas primeiras épocas de desfolha (Figura 25), semelhantemente como ocorreu no primeiro ciclo, demonstrando que o comportamento da planta de mandioca é semelhante após um novo ciclo, na qual a planta passa a restabelecer toda sua área foliar.

Observa-se que quando realizado a desfolha aos 45 DAB, houve tempo suficiente para que a planta se recuperasse do dano em relação ao momento da colheita, obtendo aparato fotossintético suficiente para produção de fotoassimilados principalmente quando desfolhada totalmente. A desfolha realizada aos 225 DAB, as plantas de mandioca apresentavam um número de folhas pouco inferior em relação às plantas desfolhadas aos 45 DAB, pois as plantas avaliadas aos 225 DAB já haviam iniciado a fase de senescência, fato esse justificado pela menor quantidade de folhas em relação a desfolha aos 45 DAB.

Já a desfolha realizada aos 90 DAB submetida principalmente ao desfolhamento de 100%, apresentou um número de folhas inferior à desfolha realizada aos 45 DAB e, superior a desfolha aos 225 DAB, o que pode ter comprometido a produção e distribuição de fotoassimilados para o caule e suas ramificações e principalmente para raízes tuberosas.



**Figura 25** - Número médio de folhas por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

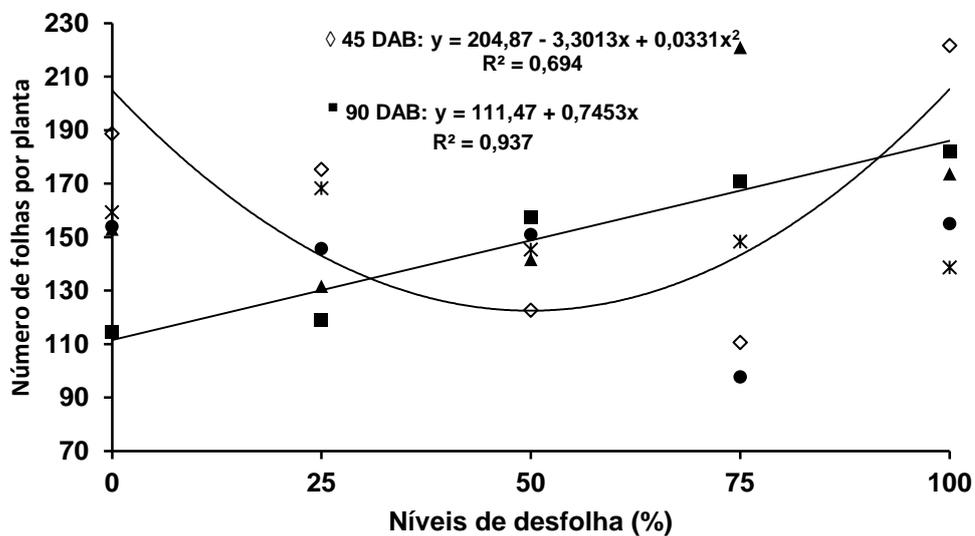
Andrade (2010), avaliando o efeito de épocas de poda em plantas de mandioca, apresentou menor área foliar total após brotação comparado com a testemunha que não foi podada, fazendo com que a época de poda não influencie na produtividade de raízes tuberosas e sim na produção de parte aérea. De maneira geral, a poda estimula o desenvolvimento da parte aérea, resultando em um maior número de folhas (OLIVEIRA, 2007), resultado semelhante a este trabalho, no qual as desfolhas nas primeiras épocas após a brotação acarretaram em maior número de folhas.

O aumento do número de folhas também pode ser justificado pelas condições climáticas, como no trabalho de Andrade (2010). Segundo este autor, nos meses após a estação de inverno com temperaturas mais altas e chuvas frequentes, as plantas de mandioca vegetam abundantemente, já nas épocas mais frias e, em geral, com chuvas menos frequentes, as plantas de mandioca diminuem as atividades vegetativas e perdem parcial ou totalmente as folhas. Portanto, estas informações permitem descrever e justificar o ocorrido neste trabalho.

Em condições de temperaturas baixas nos meses de maio a agosto (Figura 4), ocorreu queda das folhas, que é considerado um fenômeno natural das plantas de mandioca coincidindo com o período de “repouso fisiológico”. A partir dos meses de setembro (segunda quinzena) a novembro, foi possível observar neste estudo,

que houve um intenso desenvolvimento de folhas devido ao aumento das temperaturas associado a bons índices de precipitação pluviométrica (Figura 4).

Na figura 26 observa-se que os níveis de desfolha influenciaram significativamente a variável número de folhas. De acordo com o modelo matemático da equação da regressão, o desfolhamento de 50% aos 45 DAB as plantas de mandioca apresentaram 123 folhas sendo o principal nível de redução desta variável, ao contrário do desfolhamento de 100% para o mesmo período. Aos 90 DAB houve um aumento crescente no número de folhas conforme o aumento dos níveis de desfolha.



**Figura 26** - Número médio de folhas por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Como relatado de que as desfolhas principalmente nas primeiras épocas após a brotação acarretaram em maior desenvolvimento de número de folhas e devido as condições climáticas neste trabalho, outro fator pode ser considerado, como foi observado no trabalho de Fonseca et al. (2014) com a cultura do crambe submetido ao desfolhamento. Estes autores verificaram que a desfolha de 100% proporcionou em um aumento no número de hastes por planta (ramificações), não verificando diferença significativa da desfolha em diferentes épocas para esta variável na cultura do crambe. Neste trabalho, o que pode ter levado ao maior número de folhas no período de desfolhamento a partir de 45 DAB, deve-se possivelmente, pelo maior

número de ramificação do caule da planta de mandioca, fato nitidamente observado visualmente nas plantas de mandioca cultivadas no segundo ciclo deste trabalho.

Aguiar (2003) avaliando poda na cultura da mandioca menciona que o número de ramificações do caule pode influenciar no rendimento de raízes, ou seja, plantas com maior número de ramificações apresentam menor desenvolvimento de raízes quando comparadas a plantas com apenas o caule principal ereto, devido à competição entre o desenvolvimento das raízes e o da parte aérea.

A análise de variância da regressão apresentou valor de F significativo ( $p < 0,05$ ) somente para os fatores analisados de forma isolada para a variável número de raízes por planta, não apresentando efeito significativo para comprimento de raiz e diâmetro de raiz (Tabela 5), indicando que incrementos nos níveis de desfolha praticamente não interferiram nas respostas observadas, cuja intensidade pouco depende do estágio em que ocorrem.

**Tabela 5** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), comprimento de raiz, diâmetro de raiz e número de raízes por planta em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/14

Fontes de variação	Comprimento (cm)	Diâmetro de raiz (mm)	Nº de raízes
Média geral	23,52	72,64	3,85
	Valor de F		
Épocas de desfolha	1,599 <sup>ns</sup>	2,277 <sup>ns</sup>	3,184 <sup>*</sup>
Níveis de desfolha	0,666 <sup>ns</sup>	1,401 <sup>ns</sup>	19,747 <sup>*</sup>
Épocas x Níveis	1,224 <sup>ns</sup>	0,985 <sup>ns</sup>	1,379 <sup>ns</sup>
CV (%)	9,44	10,4	6,9

<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>\*</sup> : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Assim como para a avaliação no primeiro ciclo, não houve efeito significativo para o comprimento de raiz quando a planta foi submetida a níveis e épocas de desfolha e nem mesmo na interação destes dois fatores neste segundo ciclo de desenvolvimento. Entretanto, neste segundo ciclo não houve efeito significativo para a variável diâmetro de raiz, ao contrário do que ocorreu no primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura.

Foi verificado nas variáveis referentes à tabela 4 que houve leve redução para altura e diâmetro de caule de acordo com o aumento dos níveis de desfolha e nas primeiras épocas de desfolhamento, entretanto, para a variável número de folhas

houve um aumento de folhas quando a planta submetida aos desfolhamentos mais severos nas primeiras épocas após a brotação, no qual foi justificado pela formação de novas ramificações. Contudo, este maior número de folhas deveria ter proporcionado em incrementos para a variável diâmetro de raiz devido esta proporcionar maior taxa fotossintética o que conseqüentemente translocaria maior quantidade de fotoassimilados para as raízes tuberosas aumentando seu diâmetro, porém, como não houve diferença para esta variável, pode-se inferir que devido a formação de novas ramificações, houve um gasto excessivo dos fotoassimilados produzidos para sua formação, não sendo, portanto translocado de forma significativa para as raízes de reserva. Outra explicação deve-se ao fato do tamanho da raiz já estar quase que totalmente definido, havendo apenas o gasto de reservas para emissão de novas fontes.

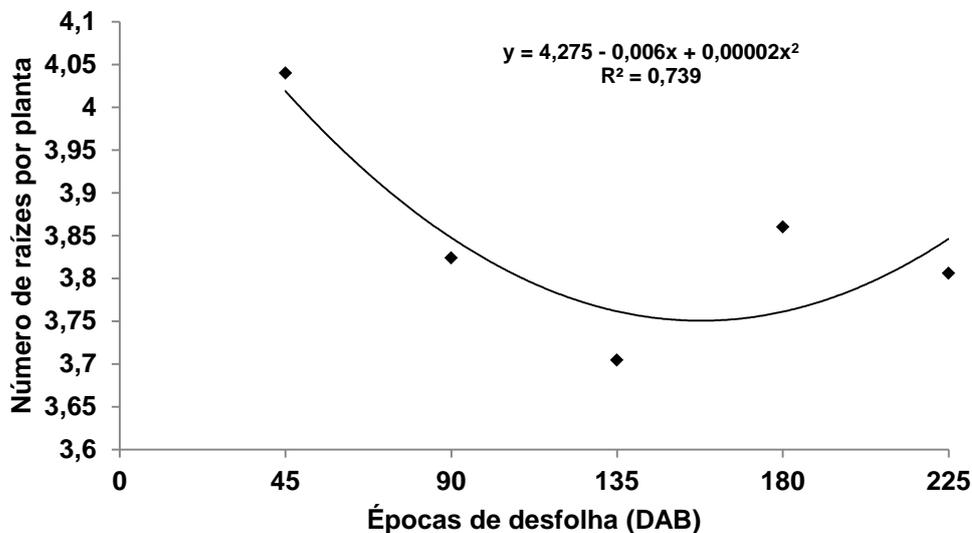
De acordo com Fonseca et al. (2013), alguns trabalhos relatam que níveis e épocas de desfolha não influenciam no desenvolvimento produtivo da planta.

Já a variável número de raízes por planta de mandioca foram influenciadas, significativamente, pelas épocas de desfolha (Figura 27), onde conforme modelo matemático da equação da regressão, a planta quando desfolhada aos 150 DAB apresentou-se com 3,8 raízes em média, sendo, portanto, a mais prejudicial à cultura.

Esta variável não havia sido influenciada pelas épocas de desfolhamento, nem mesmo pelos níveis de desfolha quando aplicado durante o primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura da mandioca, sendo que a mesma é formada necessariamente durante as primeiras épocas deste ciclo e não em um segundo ciclo, no qual as raízes já formadas podem sofrer alterações normalmente em seu tamanho, massa e na quantidade de fécula armazenada e, não em seu número.

O resultado para a variável número de raízes por planta sugere que houve interferências internas e/ou externas que influenciaram nestes resultados de decréscimo no número de raízes por planta. Provavelmente isto pode ter acontecido pelo fato de que este material genético utilizado (cultivar Cascudinha) dificilmente é deixada a campo para um segundo ciclo, sendo bastante utilizada por produtores que necessitam de renda em curto prazo, colhendo-a normalmente aos 10 meses após a emergência, pois segundo muitos produtores, é um material que apresenta bons rendimentos neste período e que após um ano no campo ocorre grandes

perdas de raízes por deterioração. Este fato foi observado na colheita deste material durante o segundo ciclo neste experimento, sendo, portanto, o principal fator contribuinte para a redução do número de raízes neste trabalho na qual acarretou nesta diferença estatística. A alta densidade populacional adotada no experimento aliado as altas precipitações pluviométricas a partir do mês de março (Figura 4) e a textura argilosa do solo, provavelmente também tenham contribuído para a ocorrência de grande número de raízes apodrecidas (dados não apresentados).



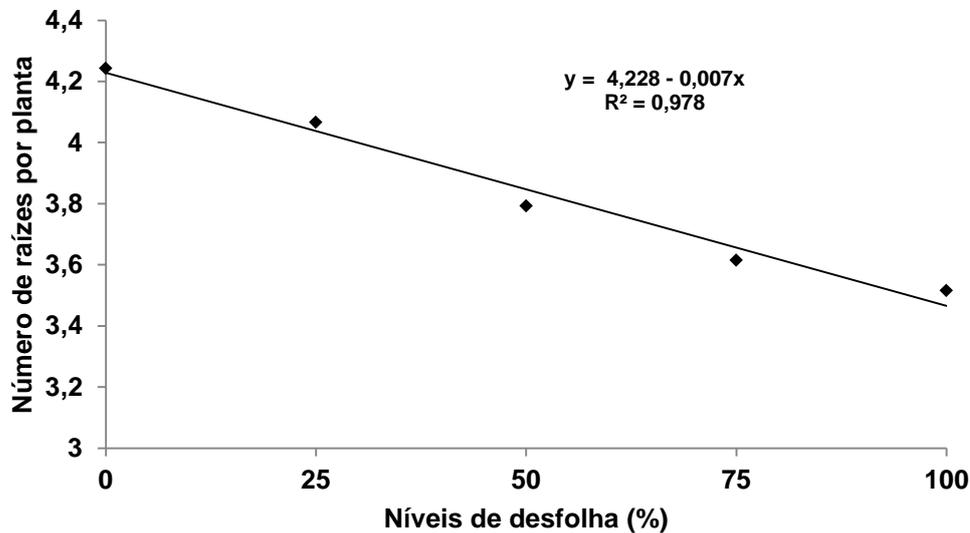
**Figura 27** - Número de raízes por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Segundo Sagrillo et al. (2002), a segunda fase de repouso fisiológico (segundo ciclo) das plantas de mandioca mostra-se mais propícia a colheita da mandioca, pois há aumento da produção de raízes tuberosas assim como proporciona em aumento na quantidade de fécula.

De acordo com Andrade (2010) e Oliveira (2007), a colheita quando efetuada com um ou dois ciclos não influencia de maneira significativa o número de raízes tuberosas por planta, pois é determinado, basicamente, no segundo e terceiro mês após o plantio, ou até aproximadamente 120 dias após o plantio (ALVES, 2006).

Na figura 28 é possível observar que a variável número de raízes por planta de mandioca foram influenciadas significativamente pelos níveis de desfolha, porém,

os níveis de desfolha não apresentam efeito direto sobre esta variável, pois é determinada até 120 DAP como já mencionado.



**Figura 28** - Número de raízes por planta de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Ao contrário da cultura da mandioca, devido a suas características ecofisiológicas, outras culturas como a soja, o número de vagens por planta é determinado durante os estádios reprodutivos iniciais, sendo o componente do rendimento mais importante, devido à capacidade de responder às condições ambientais e práticas de manejo. Fontoura et al. (2006), verificaram que o número de vagens por planta, foi influenciado tanto pelo estágio de desenvolvimento como pelos níveis de desfolhamento. Glier et al. (2015) avaliando o efeito de diferentes níveis e estádios de desenvolvimento da cultura da soja submetidos a desfolha, verificaram que níveis de desfolha de até 50% não afetou o número de grãos por vagem, mesmo em estádios reprodutivos, mas os níveis de 75 e 100% causou diferenças significativas, uma vez que o baixo número de folhas dificulta a formação de grãos.

Na tabela 6, verifica-se por meio da análise de variância da regressão que o valor de F foi significativo ( $p < 0,05$ ) somente para os fatores níveis e épocas de desfolha de forma isolada para as variáveis: massa de raiz (MR), massa de cepa (MC) e massa total de plantas (MT). Houve efeito significativo dos níveis de desfolha

para a variável quantidade de fécula. Não houve efeito significativo para a variável massa da parte aérea (MPA).

**Tabela 6** – Média geral, valores de F, coeficiente de variação (CV), massa da parte aérea (MPA), massa de raiz (MR), massa de cepa (MC), massa total de planta (MT) e quantidade de fécula em função das diferentes épocas e níveis de desfolha artificial na cultura da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaira – PR, safra 2013/14

Fontes de variação	MPA	MR	MC	MT	Fécula
	kg ha <sup>-1</sup>				g 5 kg <sup>-1</sup>
Média geral	19360,3	69367,7	14902,0	103622,6	479,16
	Valor de F				
Épocas de desfolha	1,229 <sup>ns</sup>	7,666 *	3,299 *	6,834 *	1,635 <sup>ns</sup>
Níveis de desfolha	1,646 <sup>ns</sup>	9,109 *	3,55 *	6,7 *	16,07 *
Épocas x Níveis	1,183 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>	1,394 <sup>ns</sup>	1,116 <sup>ns</sup>	0,566 <sup>ns</sup>
CV (%)	26,24	12,3	11,99	11,83	11,17

<sup>ns</sup> : não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

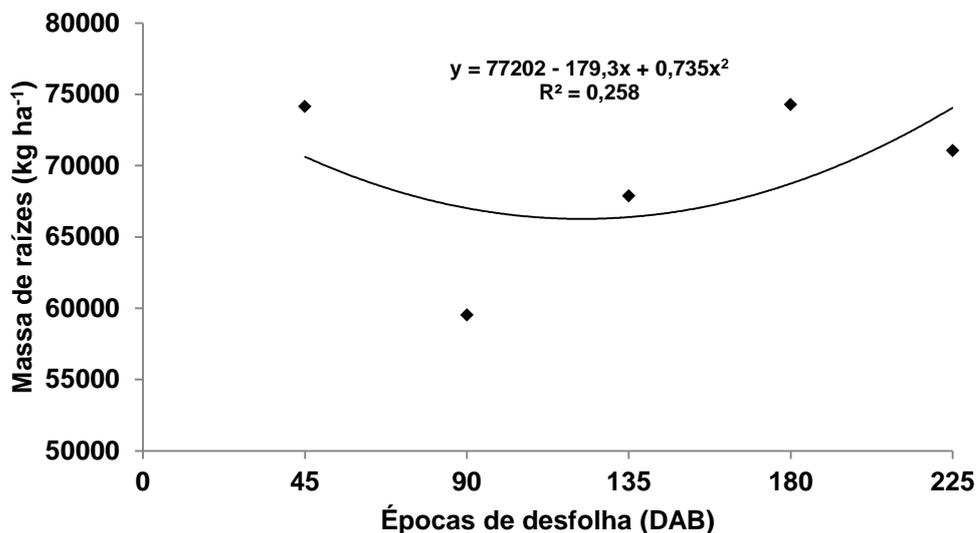
Como as plantas de mandioca não sofreram podas após o final do primeiro ciclo, a massa da parte aérea (MPA) de plantas de mandioca não foi influenciada significativamente pelos níveis e épocas de desfolha artificial, assim como no primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura. Sganzerla et al. (2011), mencionaram que a relação caule/folhas não é influenciada pelo estágio fenológico, assim como não difere entre as intensidades de desfolha, assim como encontrado neste trabalho, porém, Souza (2007) constatou que a maior permanência das plantas de mandioca em campo proporcionou incremento da produção da parte aérea e da produtividade de raízes tuberosas.

Oliveira et al. (2010) avaliando o efeito da poda em plantas de mandioca, verificaram que a MPA das plantas não podadas foi superior ao observado nas plantas podadas principalmente pela menor deposição de celulose nas ramas das plantas podadas, devido à característica mais herbácea e que inicialmente, a poda irá restringir o crescimento da parte aérea da planta, limitando também a fotossíntese, que irá acarretar em redução do potencial da fonte de fotoassimilados.

Quanto maior o tempo de permanência das plantas no campo, maior a MPA, podendo apresentar efeito linear crescente para esta variável em função das épocas de colheita (SAGRILO et al. 2002; OLIVEIRA et al. 2010), efeito não observado

neste trabalho de acordo com os tratamentos aplicados, provavelmente pelo fato de haver autossombreamento devido à grande ramificação formada.

A análise de regressão (Figura 29) apresentou ajuste quadrático para variável massa de raiz (MR) de acordo com as épocas de desfolha artificial apesar de apresentarem  $R^2$  baixo. A menor MR de acordo com o modelo matemático da equação se dá durante o desfolhamento aos 122 DAB, proporcionando em apenas 66088 kg de raízes  $ha^{-1}$ , pois possivelmente, tenha ocorrido menor translocação de fotoassimilados provocado pela diminuição da área fotossinteticamente ativa (número de folhas) que reduziu altura, diâmetro de haste e, conseqüentemente, pelo menor acúmulo de reservas nas raízes tuberosas.



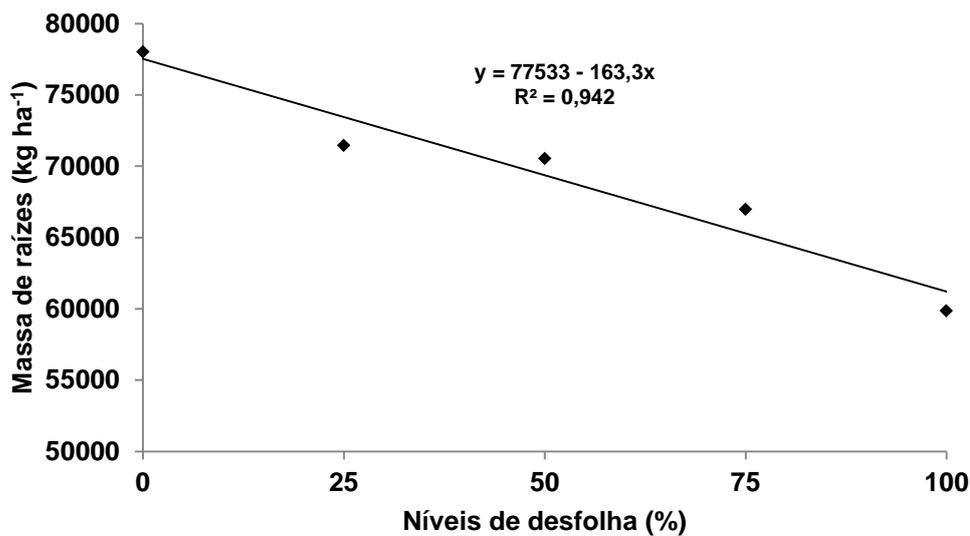
**Figura 29** - Massa de raízes de mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014 submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

De acordo com Aguiar et al. (2011), ocorre redução na produtividade de matéria seca de raízes com as podas realizadas a partir de setembro devido à redução na massa média e nos teores de matéria seca de raízes, bem como pela extração de reservas, mobilizadas das raízes para a parte aérea, com sua retirada após o início das brotações no segundo ciclo vegetativo. Neste trabalho a segunda e a terceira desfolhas neste segundo ciclo foram realizadas nos meses de novembro e janeiro, período em que ocorre alta extração de amido (fécula), para serem mobilizadas para a parte aérea com intuito de formar novas folhas.

Andrade (2010) e Aguiar et al. (2011), relataram que a poda quando realizada tardiamente, principalmente após o período de repouso, maior foi a extração de fécula para a formação de novas brotações, sendo menor o período de tempo para o desenvolvimento da parte aérea e para o acúmulo de assimilados nas raízes, no segundo ciclo vegetativo.

Em culturas de propagação sexuada como a soja, o desfolhamento da cultura nos estádios reprodutivos, mostrou-se ser mais afetada, produzindo sementes de menor massa, principalmente nos estádios mais avançados da cultura (R5 e R6), podendo ter ocorrido provavelmente pela baixa disponibilidade de fotoassimilados para o enchimento das vagens (PELUZIO et al. 2002), resultado não tão diferente para a mandioca de reprodução assexuada, na qual no início da fase de maior desenvolvimento de raízes, em torno de 122 DAB como verificado neste trabalho, houve uma redução visual na massa de raízes tuberosas.

A análise de regressão (Figura 30) apresentou ajuste linear decrescente para a variável massa de raiz de acordo com os níveis de desfolha artificial, possibilitando inferir que às perdas foliares de 100% foi a mais prejudicial, principalmente quando realizado entre 90 e 135 DAB, resultando em maior prejuízo na massa das raízes. O baixo valor para esta variável nos níveis mais drásticos de desfolha, deve-se possivelmente ao maior gasto das reservas armazenadas nas raízes tuberosas para o restabelecimento da área foliar para voltar a produzir fotoassimilados para a manutenção da planta.

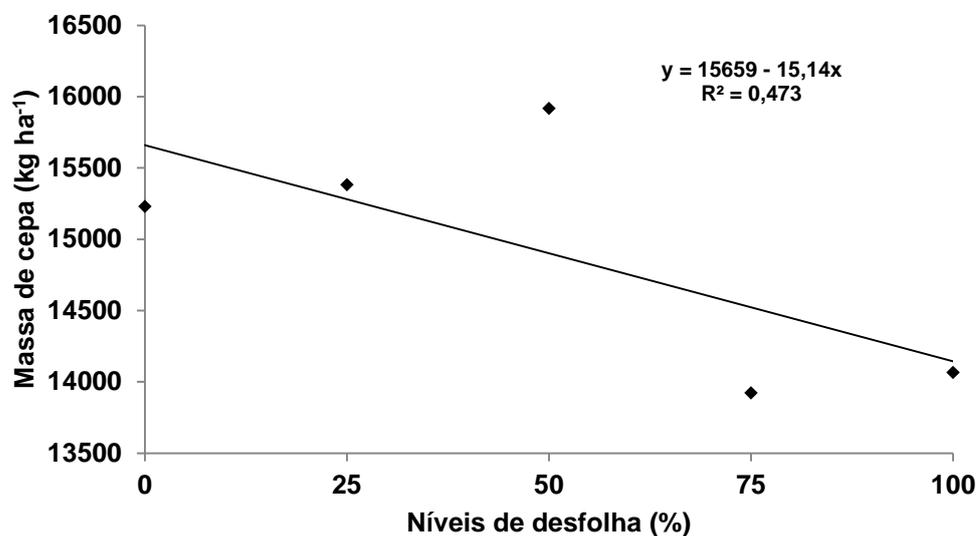


**Figura 30** – Massa de raízes de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Nível de desfolhamento em culturas produtoras de grãos e de fibras é altamente significativo e prejudicial à medida que se aumenta o desfolhamento das culturas. Assim, Pratisoli et al. (2012) avaliando o efeito de níveis de desfolha em diferentes fases de desenvolvimento da cultura do feijoeiro, encontraram efeito significativo para a massa de grãos na interação destes dois fatores no qual a desfolha de 100% nos estádios R6 e R7 foram as que ocasionaram em maior prejuízo. Peluzio et al. (2002) avaliando os mesmos fatores na cultura da soja, verificaram maior redução na massa de 100 sementes, em relação à testemunha, apenas para os tratamentos com 66 e 100% de desfolha nos estádios R5 e R6, que correspondem ao período de enchimento das vagens. Na cultura do algodoeiro, Silva et al. (2012) avaliando os mesmos fatores, verificaram que houve redução na massa de capulhos quando as plantas foram desfolhadas de 50 a 100% principalmente na fase de primeira maça (F1). Com este trabalho, pode-se verificar que culturas produtoras de órgãos de reserva subterrâneos como é o caso da mandioca, também sofre os mesmos danos de culturas produtoras de grãos e de fibras.

Pela análise de regressão (Figura 31) observa-se que as desfolhas mais drástica acima de 75% e principalmente de 100%, proporcionaram em redução na massa de cepa (MC) de plantas de mandioca.

Apesar desta variável não apresentar importância produtiva e nem propagativa e ainda ser escassos os trabalhos na literatura a respeito da produção e produtividade deste material como já mencionado, entretanto, pode ser um importante parâmetro para compreender o processo de translocação de fotoassimilados da parte aérea para a parte subterrânea da planta. De acordo com os resultados deste trabalho pode-se observar que esta estrutura possui maior ligação com o sistema radicular, pois apresentou resultados semelhantes à mesma, ao contrário da parte aérea, que não houve efeito significativo entre os tratamentos submetidos.

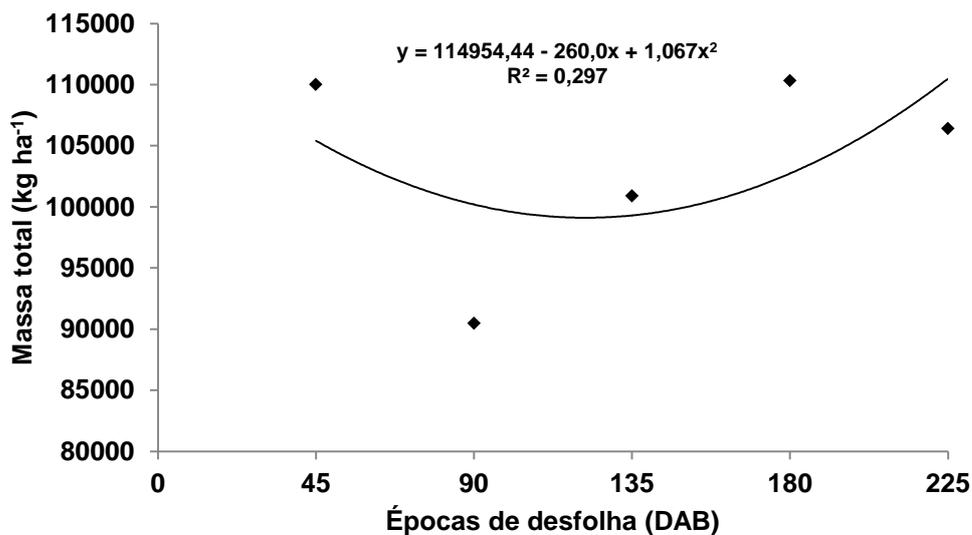


**Figura 1** – Massa de cepa de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

A MC foi influenciada significativamente pelos espaçamentos de mandioca estudados por Takahashi e Guerini (1998), na qual variaram de 0,8 m a 1,6 m entre linhas e verificaram que a maior MC ocorreu no espaçamento entre as linhas de 1,2 m. Os espaçamentos estudados por estes autores alteraram a produção das cepas em até 41%. Neste estudo com níveis e épocas de desfolha nas plantas de mandioca, de certa forma, pode ser associado ao trabalho de Takahashi e Guerini (1998), pois devido à alta população adotada neste trabalho, o efeito dos níveis de desfolha pode ter efeito semelhante ao do espaçamento por proporcionar maior penetração de luminosidade na fileira de mandioca, proporcionando as folhas inferiores da planta um maior aproveitamento da radiação solar.

Conforme Curcelli et al. (2010), a produtividade de cepa, independente do genótipo e local, deve ser levada em consideração para o aproveitamento para outros fins, como a produção de energia. Para Carvalho (2005), a cepa por conter o pedúnculo é bastante fibrosa, porém, possui composição semelhante à raiz de mandioca. Sua qualidade depende da idade e da raiz, apresentando em média 55% a 60% de umidade e aproximadamente 20% de amido na qual poderia ser melhor aproveitada. Por meio desta informação pode-se afirmar que a cepa da planta de mandioca pode ser uma fonte de energia para se recuperar de uma desfolha, não sendo totalmente dependente das raízes tuberosas.

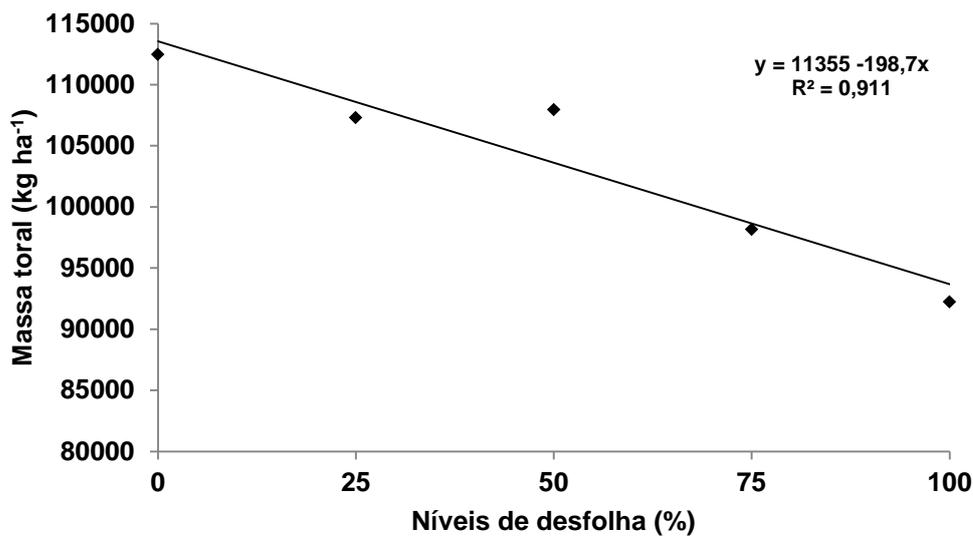
A análise de regressão (Figura 32) apresentou ajuste quadrático para a variável massa total de plantas (MT) de acordo com as épocas de desfolha artificial, o que indica que a mandioca foi sensível às perdas foliares em relação ao período de desenvolvimento da planta. Este resultado possibilita inferir que a massa da parte aérea não foi capaz de influenciar na massa total de plantas, assim como no primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura da mandioca, portanto, o sistema radicular é a parte da planta de maior interferência na MT como mencionado anteriormente neste trabalho. Conforme o modelo matemático da equação da regressão, semelhantemente a variável MR a menor MT se deu aos 122 DAB obtendo 99115,6 kg de material vegetal por hectare.



**Figura 32** – Massa total da planta de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes épocas de desfolha artificial.

Oliveira et al. (2010), utilizaram o índice de colheita (IC): relação entre a massa de raízes e a massa total da planta e verificaram que as plantas de mandioca que foram podadas apresentaram IC de 66%, na colheita realizada aos 30 dias após a poda, pela ausência do desenvolvimento da parte aérea das plantas podadas. O valor satisfatório segundo os pesquisadores é de 50%, encontrado somente pelas plantas submetidas à poda. Já nas plantas não podadas, o IC foi inferior a 40%. Segundo estes pesquisadores, a redução de IC para as plantas não podadas, foi relacionada ao desenvolvimento mais vigoroso da parte aérea destas plantas, portanto, é possível inferir neste trabalho de desfolhamento artificial na cultura da mandioca, que o alto valor de IC (66,9%), deve-se ao fato de que os fatores níveis e épocas de desfolha não interferiram na massa da parte aérea (MPA), pois mesmo não realizando a poda após o primeiro ciclo de cultivo da mandioca, o IC apesar de não ser estudado neste trabalho foi considerado satisfatório, contradizendo o trabalho de Oliveira et al. (2010).

Pela análise de regressão para o efeito dos níveis de desfolhas nas diferentes épocas de desenvolvimento da mandioca (Figura 33) para a variável massa total de plantas (MT) houve ajuste linear decrescente conforme ao aumento do nível de desfolha artificial, na qual, a mandioca foi sensível às maiores perdas foliares. Pelo ajuste da reta, percebe-se que o desfolhamento de 75 a 100% possibilitaram redução na MT de aproximadamente 18% ao nível de 100% em relação com a testemunha não desfolhada. A redução para a MT de mandioca é considerada significativa em comparação com outros trabalhos com diferentes níveis de desfolha, podendo inferir neste trabalho, que os maiores prejuízos em relação a esta variável referem-se ao nível de desfolha do que a época como no primeiro ciclo de desenvolvimento da planta da mandioca.



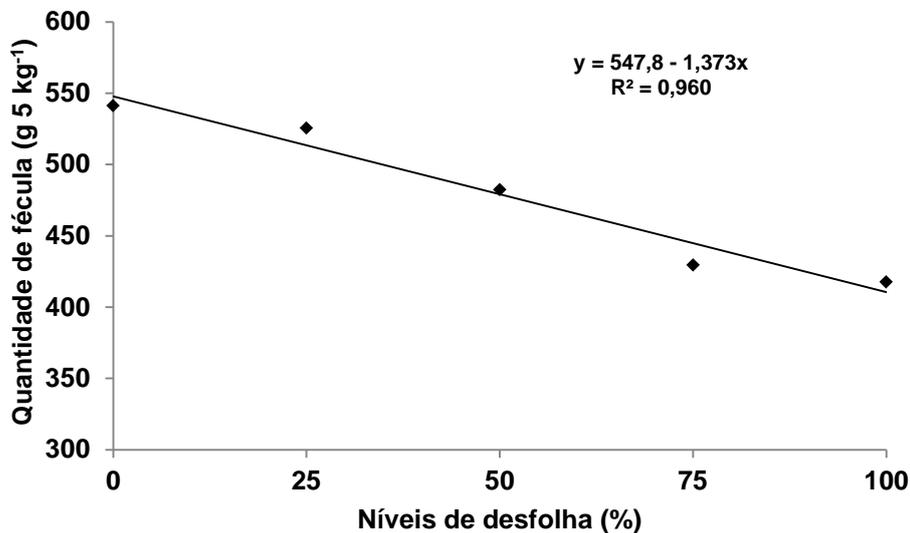
**Figura 33** – Massa total da planta de mandioca de segundo ciclo cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Reduções de número de vagem e na massa de mil grãos, assim como número de capulhos e massa de capulhos foram os principais argumentos relatados por Peluzio et al. (2002), Schmidt et al. (2010), Silva et al. (2012) e Michelotto et al. (2013) para redução na MT de soja, feijoeiro e algodoeiro respectivamente quando submetidos a desfolhas artificiais dependendo do período de desenvolvimento das plantas, assim como também para o número de raízes e massa de raízes de mandioca neste trabalho.

Peterson et al. (1998) estudando o efeito da desfolha por coleópteros em feijoeiro, relataram que a diminuição da taxa fotossintética nas plantas, está associada principalmente com a utilização de fosfato e necessidade de regeneração da ribulose 1,5 bifosfato carboxilase (Rubisco). Devido ao desfolhamento da cultura, pode ter acarretado na diminuição na quantidade de fotoassimilados produzidos, o que pode ter provocado redução nas massas dos componentes de rendimento e consequentemente na MT das plantas de mandioca.

A variável quantidade de fécula, teve ajuste linear de acordo com a análise de regressão (Figura 34) para a influência dos níveis de desfolha artificial, o que possibilita inferir que a mandioca respondeu amplamente às perdas foliares. Este resultado possibilita inferir que a redução da quantidade de fécula que estava armazenada, tenha sido utilizada para a formação de novas brotações para suprir a

ausência de folhas oriundo das desfolhas como já mencionado anteriormente na mensuração desta variável no primeiro ciclo de desenvolvimento da cultura da mandioca.



**Figura 34** - Quantidade de fécula presente em 5 kg de raízes da mandioca de segundo ciclo, cultivada em Guaíra – PR, safra 2013/2014, submetida a diferentes níveis de desfolha artificial.

Como havia relatado Andrade (2010), o aumento da produção excessiva de folhas novas, que neste trabalho está associado à formação de novas ramificações, pode levar a redução no rendimento de raiz, fato que ocorreu neste trabalho com o aumento dos níveis de desfolhas. A redução da quantidade de fécula das plantas de mandioca desfolhadas, deve-se provavelmente pelo consumo das reservas das raízes, por parte da planta, visando à recuperação da parte aérea desfolhada. Com as desfolhas, neste caso mais específico as mais drásticas como de 75 e 100%, as reservas das raízes tuberosas foram transferidas para novas brotações da planta, ocasionando redução da quantidade de fécula nas raízes tuberosas.

De acordo com os trabalhos de Andrade (2010) e de Oliveira et al. (2010), não houve efeito da prática de poda em relação a quantidade de fécula armazenada nas raízes tuberosas da mandioca, havendo somente diferença quando ela é realizada.

Andrade (2010), verificou que quando a poda foi realizada entre os meses de junho a janeiro, houve uma tendência de equilíbrio no período entre repouso

fisiológico e crescimento vegetativo. Já quando realizada nos meses de fevereiro a abril, houve uma tendência de redução mais acentuada devido à proximidade da colheita, não havendo tempo suficiente para as plantas recuperarem as quantidades de reservas perdidas. Neste trabalho as épocas de desfolha não interferiram significativamente na quantidade de fécula armazenada nas raízes (Tabela 6).

A condição ambiental relacionada ao local de realização do estudo citado anteriormente foi relativamente importante a ser considerado, pois no mês de julho no qual foi realizada a colheita, ocorreu grande quantidade de chuva (Figura 4), o que pode auxiliar na explicação para a baixa quantidade de fécula neste ciclo. Com a maior disponibilidade hídrica, há aumento da umidade do solo que propicia a maior absorção de água pelas raízes, com conseqüente redução de fécula.

Em sistemas de produção de raízes para a indústria, tais índices (quantidade de fécula armazenada nas raízes tuberosas) têm grande importância para o produtor, pois é possível prever a qualidade do produto e definir os preços para a comercialização. A flexibilidade da época de colheita das raízes tuberosas aliado a esses índices de fécula permite ao produtor avaliar a relação custo/benefício entre a duração do ciclo da cultura e a produtividade de fécula (OLIVEIRA et al. 2010), que geralmente quanto maior o tempo de permanência das raízes tuberosas no campo, possibilita em maior acúmulo de fécula em suas raízes, fato não observado neste trabalho devido as condições climáticas e as características da cultivar.

## **5. CONCLUSÕES**

A planta de mandioca desfolhada 45 dias após o plantio ou após a brotação consegue se recuperar dos danos de desfolha.

A massa da parte aérea da mandioca não foi influenciada pelos tratamentos de diferentes níveis e épocas de desfolha, portanto, esta variável não foi capaz de interferir nas variáveis altura, diâmetro de caule e número de folhas, assim como o comprimento de raiz não sofreu influência dos mesmos tratamentos, não contribuiu na massa de raiz.

A desfolha de 100% aos 90 dias após a brotação aumentou o número de folhas devido à formação de novas ramificações, o qual não resultou em maior acúmulo de reservas nas raízes.

Os níveis e as épocas de desfolha, pouco interferem no tamanho das raízes.

O número de raízes por planta não foi influenciado pelo desfolhamento em diferentes níveis nem em diferentes épocas.

Desfolhamento entre 122 e 132 dias após o plantio e a brotação do caule, resulta em maior prejuízo a massa de raiz.

Os níveis de desfolha mais drásticos como de 75 e 100% causam as maiores perdas na quantidade de fécula armazenada nas raízes tuberosas independente da época de desfolhamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*manihot esculenta* crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**, 2003, 101 p. Dissertação (Mestrado em tecnologia da produção agrícola) - Intitulo Agrônômico de Campinas, Campinas, 2003.

AGUIAR, E.B.; LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; BICUDO, S.J. Monitoramento do mandarová da mandioca (*Erinnyis ello* L. 1758) para o controle com baculovirus (*Baculovirus erinnyis*). **Revista Trópica**, Chapadinha, MA, v. 4, n. 2, p. 55-59, 2010.

AGUIAR, E.B.; BICUDO, S.J.; CURCELLI, F.; FIGUEIREDO, P.G.; CRUZ, S.C.S. Épocas de poda e produtividade da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.46, n.11, p.1463-1470, nov. 2011.

ALVES, A.A.C. Fisiologia da mandioca. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca. Cruz das Almas-BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. 817p.

ALVIM, K.R. de T.; BRITOI, C.H. de; BRANDÃO, A.M.; GOMES, L.S.; LOPES, M.T.G. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.40, n.5, p. 1017-1022, mai, 2010.

ANDRADE, J.S. de. **Épocas de poda em mandioca**. 66p. 2010. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista – Bahia, Brasil, 2010.

BARBOSA, R.H.; KASSAB, S.O.; PEREIRA, F.F.; ROSSONI, C.; COSTA, D.P.; BERNDT, M.A. Parasitism and biological aspects of *Tetrastichus howardi* (Hymenoptera: *Eulophidae*) on *Erinnyis ello* (Lepidoptera: *Sphingidae*) pupae. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.45, n.2, p. 185-188, fev, 2015

BARRIGOSI, J.A.F.; ZIMMERMANN, F.J.P.; LIMA, P.S. da C. Consumption rates and performance of *Erinnyis ello* L. on four cassava varieties. **Neotropical Entomology**, Londrina, v.31, n.3, p.429-433, 2002.

BARROS, H.B.; SANTOS, M.M. dos; PELÚZIO, J.M.; ROCHA, R.N.C.; SILVA, R.R. da; VENDRUSCO, J.B. Desfolha da produção de soja (*Glycine Max* 'M-Soy 109'), cultivada no cerrado, em Gurupi-TO, Brasil. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 18, n. 2, p. 5-10, dec. 2002.

BELLOTTI, A.C.; ARIAS, B.; GUZMÁN, O.L. Biological control of the cassava hornworm *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae). **Florida Entomologist**, v.75, n.4, p.506-515. 1992.

BELLOTTI, A.C. Recent advances in cassava pest management. **Annual Review of Entomology**, v.44, p.343–370, 1999.

BERTONCELLO, T.F.; LIMA JUNIOR, I. dos S. de; MELO, E.P. de; FONSECA, P.R.B. da; DEGRANDE, P.E. Desfolha artificial simulando danos de pragas no cultivo de arroz de sequeiro de casa de vegetação, **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, PR, v. 9, n. 1, p. 33-39, jan,/mar, 2011.

BERTULIO, A.G. **Efeitos da desfolha artificial no crescimento de plantas de *Eucalyptus* spp. em uma área de reflorestamento, município de campo verde, Estado de Mato Grosso**. 2008, 40 p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

BILSKI, J.G.C. **Avaliação da distribuição das chuvas em municípios da região oeste no estado do Paraná**. 2011, 51p, Monografia (Curso Superior de Tecnologia

em Gestão Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2011.

BLUM, A. Improving wheat grain filling under stress by stem reserve mobilization. **Euphytica**, Wageningen, v. 100, n. 1, p. 77-83, 1998.

BLUM, L.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C.V.T. do; ARIOLI, C.J.; GUIMARÃES, L.S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v.33, n.5, p.805-811, set-out, 2003.

BURGOS, A.M.; ARGÜELLO, J.A.; PRAUSE, J.; CENÓZ, P.J. Fenología de los estados vegetativos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en base al tiempo térmic. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, Mendoza, v.45, n.1, p.43 – 52, 2013.

CANTARELLI, E.B.; COSTA, E.C.; PEZZUTTI, R.; OLIVEIRA, L. da S. Quantificação das perdas no desenvolvimento de *Pinus taeda* após o ataque de formigas cortadeiras. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n. 1, p.39-45, 2008.

CARVALHO, J.O.M. de. **Subprodutos da mandioca - composição dos resíduos sólidos**. Embrapa Rondônia, Porto Velho, 2005. 2p.

COSTA, M.A.G.; BALARDIN, R.S.; COSTA, E.C.; GRÜTZMACHER, A.D.; SILVA, M.T.B. da. Níveis de desfolha na fase reprodutiva da soja, cv. Ocepar 14, sobre dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.813-819, set-out, 2003.

CURCELLI, F. ABREU, M.L. de; BICUDO, S.J.; AGUIAR, E.B.; PINOTTI, E.B.; CRUZ, S.J.S.; FIGUEIRO, P.G. Produção de cepa de duas variedades de mandioca em diferentes tratamentos de herbicidas. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 6, n. 1, p. 162-172, 2010.

DINIZ NETO, M.A.; SILVA, I. de F. da; DINIZ, B.L.M.T.; PEREIRA, A. de A.; PEREIRA, A.R. Componentes de produção de mamona em função de níveis de adubação nitrogenada e desfolha. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 546-553, jul-set, 2012.

DUARTE, T. da S.; PEIL, R.M.N. Relações fonte:dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 28, n. 3, jul.- set. 2010.

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

FAGUNDES, J.D.; SANTIAGO, G.; MELLO, A.M. de; BELLÉ, R.A.; STRECK, N.A. Crescimento, desenvolvimento e retardamento da senescência foliar em girassol de vaso (*Helianthus annuus* L.): fontes e doses de nitrogênio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.987-993, jul-ago, 2007.

FAGUNDES, L. K. **Desenvolvimento, crescimento e produtividade da mandioca em função de datas de plantio**. 63 p. 2009. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, 2009.

FAGUNDES, L.K.; STRECK, N.A.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; ZANON, A.J.; LOPES, S.J. Desenvolvimento, crescimento e produtividade de mandioca em diferentes datas de plantio em região subtropical. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, p.2460-2466, dez. 2010.

FARIAS, A.R.N.; BELLOTTI, A.C. Pragas e seu controle. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.20, p.591-671.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, J.L.V. Comportamento da CV, Pérola (*Phaseolus vulgaris* L.) submetida a diferentes níveis de desfolha artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v,27, n,5, p,978-984, 2003.

FAZOLIN, M.; ESTRELA, E.J.L.V. Determinação do nível de dano econômico de *Cerotoma tingomarianus* Bechné (Coleoptera: Chrysomelidae) em *Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola1. **Neotropical Entomology**, v.33, n.1, p. 631-637, 2004.

FAZOLIN, M. et al., **Manejo integrado do Manadarová-da-Mandiocaerinnys ello (L.) (Lepidoptera: Sphingidae): Conceitos e Experiencias na Região do Vale do Rio Juruá**. Acre. Embrapa acre, Rio Branco, 2007.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v.6, p.36-41, 2008.

FIALHO, J, de F,; VIEIRA, E,A, **Mandioca no Cerrado: orientações técnicas**, Embrapa Cerrados, Planaltina – DF, 2007, 208p.

FIALHO, J. de F.; VIEIRA, E.A. **Seleção participativa de variedades de mandioca na agricultura familiar**, Planaltina, Embrapa Cerrados, 2011. 76 p.

FIUZA, D. da S. **Identificação de características agronômicas e fisiológicas relacionadas com a tolerância à seca em mandioca**. 2010, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

FONTOURA, T.B.; COSTA, J.A.; DAROS, E. Efeitos de níveis e épocas de desfolhamento sobre o rendimento e os componentes do rendimento de grãos da soja. **Scientia Agraria**, v.7, n.1-2, p.49-54, 2006.

FONSECA, P.R.B.; PARIZZOTO, P.A.; BAROZZI, A.J.; SILVA, A. ; SILVA, J.A. N. Desfolha artificial na cultura da canola. **Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN**, Dourados, MS, v2, n.1, p. 16-24, 2013.

FONSECA, P.R.B. da; FERNANDES, M.G.; BRITO, M. de; TUTIJA, J.H. dos S.; SILVA, J.A.N. Desfolha artificial simulando danos de pragas no cultivo de crambe. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 07, n. 03, p.19 – 25, set/dez. 2014.

FURLANETO, F. de P.B.; KANTHACK, R.A.D.; ESPERANCINI, M.S.T. Análise econômica da cultura da mandioca no Médio Paranapanema, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.37, n.10, out. 2007.

GLIER, C.A. da S.; DUARTE JÚNIOR, J.B.; FACHIN, G.M.; COSTA, A.C.T. da; GUIMARÃES, V.F.; MROZINSKI, C.R. Defoliation percentage in two soybean cultivars at different growth stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.19, n.6, p.567–573, 2015.

GOMEZ, S.A. et al. **Entomofauna associada à cultura da mandioca na região sul de Mato Grosso do Sul**. Embrapa agropecuária Oeste. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Dourados, 2006. 27p.

GONDIM, T.C. de O. **Efeito de desfolha nas características agronômicas e na qualidade fisiológica de sementes de trigo**. 2006. 71p. Tese (Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2006.

GONDIM, T.C. de O.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, C.S.; MIRANDA, G.V. Análise de trilha para componentes do rendimento e caracteres agronômicos de trigo sob desfolha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.4, p.487-493, abr. 2008.

GRANDO, R.L.S.C. **O momento de plantar e o momento de colher: Estudo Etnoecológico na Vila do Forte, Vão do Paranã – Goiás**, 2007, 185 p, Dissertação (Mestrado em Política e Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2007.

JÁCOME, A.G.; SOARES, J.J.; OLIVEIRA, R.H. de; SOBRINHO, F.P.C. Efeito da remoção de folhas no desenvolvimento vegetativo e na produção do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 5, p. 751-755, maio 2001.

JOHANNIS, O.; CONTIERO, R.L. Efeitos de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca, **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.326-331, 2006.

LAGO, I. **Transpiração e crescimento foliar de clones de batata e de mandioca em resposta à fração de água transpirável no solo**. 92p. 2011. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Engenharia de Água e Solo), Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, Brasil, 2011.

LAUER, J.G.; ROTH, G.W.; BERTRAM, M.G. Impact of Defoliation on Corn Forage Yield. **Agronomy journal**, v.96, sep–oct., 2004.

LIMA JUNIOR, I. dos S. de; BERTONCELLO, T.F.; MELO, E.P. de; DEGRANDE, P.E.; KODAMA, C, Desfolha artificial simulando danos de pragas na cultura do

girassol (*Helianthus annuus* L. Asteraceae), **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p. 23-27, jan/fev. 2010.

LORENZI, J.O.; SÂES L.A.; SAKAI, M.; RIBEIRO, I.J.A.; LOURENÇÃO, A.L. MONTEIRO, D.A.; PERESSIN, V.A.; GODOY JUNIOR, G. Avaliação de cultivares de mandioca de mesa no Vale do Ribeira (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 55, n. 1, p. 141-146, 1996.

MARCHI, S.L. **Interação entre desfolha e população de plantas na cultura do milho na região oeste do Paraná**. 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2008.

MATRANGOLO, C.A.R.; CASTRO, R.V.O.; DELLA LUCIA, T.M.C.; DELLA LUCIA, R.M.; NEVES MENDES, A.F.N.; COSTA, J.M.F.N.; LEITE, H.G. Crescimento de eucalipto sob efeito de desfolhamento artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.952-957, set. 2010.

MATTOS, P.L.P. de; GOMES, J. de C. **O cultivo de mandioca**, Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000, 122 p. (Circular técnica nº 37).

MICHELOTTO, M.D.; GALLI, J.A.; NETTO, J.C.; PIROTTA, M.Z.; BUSOLI, A.C. Efeito do nível e da época de desfolha artificial sobre os componentes de produtividade de cultivares de algodoeiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1806-1814, Nov. /Dec. 2013.

MOREIRA, G.L.P. **Intervalo entre podas em mandioca**. 2011, 121 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias - Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2011.

NICKELE, M.A.; FILHO, W.R.; OLIVEIRA, E.B. de; IEDE, E.T.; CALDATO, N.; STRAPASSON, P. Leaf-cutting ant attack in initial pine plantations and growth of defoliated plants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.7, p.892-899, jul. 2012.

NOMURA, E.S.; CARDOSO, A.I.I, Redução da área foliar e o rendimento do pepino japonês. **Scientia Agricola**, v,57, n,2, p,257-261, abr./jun, 2000.

NURMBERG, P.L.; PINTO, C.A.B.P.; LAMBERT, E. de S.; MENEZES, C.B. de; simulação de danos causados por insetos na planta de batata por meio de desfolhamento artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v,23, n,2, p,468-472, abr./jun., 1999.

OLIVEIRA, R.A. de; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; WEBER, H.; IDO, O.T.; BESPALHOK-FILHO, J.C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; SILVA, D.K.T.da. Área foliar em três cultivares de cana-de-açúcar e sua correlação com a produção de biomassa. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n.2, p.71-76, jun. 2007.

OLIVEIRA, S.P. de; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; SEDIYAMA, T. e SÃO JOSÉ, A.R. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agronômicas da mandioca. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 99-108, 2010.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F. RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.2, mar-abr, 2004.

PELUZIO, J.M.; BARROS, H.B.; ROCHA, R.N.C.; SILVA, R.R. da; NASCIMENTO, I.R. do. Influência do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n.6, p.1197-1203, nov./dez., 2002.

PEREIRA, M.J.R.; BONAN, E.C.B.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R de L.; GIÁCOMO, K. dos S.; LIMA, M.F. Características morfoagronômicas do milho submetido a diferentes níveis de desfolha manual. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.2, p. 200-205, mar/abr, 2012.

PETERSON, R.K.D.; HIGLEY, L.G.; HAILE, F.J.; BARRIGOSI, J.A.F. Mexican Bean Beetle (Coleoptera: Coccinellidae) Injury Affects Photosynthesis of *Glycine max* and *Phaseolus vulgaris*. **Environmental Entomology**, Nebraska, v. 27, n. 2, p. 373-381, 1998.

PRATISSOLI, D.; SCHMILDT, E.R.; AMARAL, J.A.T.; SCHMILDT, O. Níveis de desfolha artificial para simular perdas na produtividade do feijoeiro comum. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 3, p.68-76, 2012.

QUIRINO, E. da S. e SOARES, J.J. Efeito do ataque de *Alabama argillacea* no crescimento vegetativo e sua relação com a fenologia do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1005-1010, ago. 2001

REIS FILHO, W,; SANTOS, F, dos; STRAPASSON, P,; NICKELE, M,A, Danos causados por diferentes níveis de desfolha artificial para simulação do ataque de formigas cortadeiras em *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v, 31, n, 65, p, 37-42, jan,/mar, 2011.

RIBEIRO, M. de O.; Diversidade genética e anatomia foliar em acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 2010. Tese (Pós-Graduação em Agronomia/Fititecnicia – Produção Vegetal), Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG, 78p. 2012.

RIBEIRO, M. de O.; CARVALHO, S.P. de; PEREIRA, F.J. e CASTRO, E.M. de. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 354-361, abr-jun, 2012.

RIMOLDI, F.; FILHO, P.S.V.; SCAPIM, C.A.; VIDIGAL, M.C.G. Avaliação de cultivares de mandioca nos municípios de Maringá e de Rolândia no estado do Paraná. **Acta Scientiarum, Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 459-465, 2003.

RÓS, A.B; HIRATA, A,C,S.; ARAÚJO, H,S, de; NARITA, N, Crescimento, fenologia e produtividade de cultivares de mandioca, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 552-558, out./dez, 2011.

SAGRILO, E.; VIDIGAL-FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MAIA, R. R.; KVITSCHAL, M.V. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 115-125, 2002.

SANGOI, L.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L.C. Acúmulo de matéria seca em híbrido de milho sob diferentes relações entre a fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n.3, p. 259-267, mar. 2002.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; SILVA, P.R.F.da; VARGAS, V.P.; ZOLDAN, S.R.; VIERA, J.; SOUZA, C.A. de; PICOLI JUNIOR, G.J.; BIANCHET, P. Perfilamento como característica mitigadora dos prejuízos ocasionados ao milho pela desfolha do colmo principal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.11, p.1605-1612, nov. 2012.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L.R. de A.; LUGÃO, S.M.B.; CRUZ, M.C.P. da; CAMPOS, F.P.; de; FERREIRA, M.E. OLIVEIRA, R.F. de. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.37, n.1, p.27-34, 2008

SCARPARE FILHO, J,A,; MORAES, A,L, de; RODRIGUES, A,; SCARPARE, F,V, Rendimento de uva 'niagara rosada' submetida à redução de área foliar, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v, 32, n, 3, p, 778-785, set, 2010.

SCHMILDT, E.R.; AMARAL, J.A.T. do; PRATISSOLI, D.; REIS, E.F. dos. Influência de desfolhas artificiais para simular perdas na produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. Cv. Xamego). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.3, p.457-463, jul./set., 2010.

SCHONS, A.; STRECK, N,A,; KRAULICH, B,; PINHEIRO, D,G,; ZANON, A,J, Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.6, p.1586-1592, nov-dez, 2007.

SGANZERLA, D.C.; MONKS, P.L.; LEMOS, G. da S.; PEDROSO, C.E. da S.; CASSAL, V.B.; BILHARVA, M.G. Manejo da desfolha de duas variedades de trevo-persa cultivadas em solo hidromórfico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.40, n.12, p.2699-2705, 2011.

SILVA, P.S.L. Desfolha e supressão da frutificação em milho. **Revista Ceres**, v.48. p.55-70, 2001.

SILVA, A.M. da; DEGRANDE, P.E.; SUEKANE, R.; FERNANDES, M.G.; ZEVIANI, W.M. Impacto de diferentes níveis de desfolha artificial nos estádios fenológicos do algodoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v.35, n.1, p. 163-172, jan/jun 2012.

SILVA, A. de S.; KASSAB, S.O.; GAONA, J.C. Insetos-pragas, produtos e métodos de controle utilizados na cultura de mandioca em Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Verde**, Mossoró, v.7, n.1, p. 19 - 23 out/dez. 2012.

SILVEIRA, H.M. da; SILVA, D.V. CARVALHO, F.P. de; CASTRO NETO, M.D. de; SILVA, A.A. da e SEDIYAMA, T. Características fotossintéticas de cultivares de mandioca tratadas com fluazifop-p-butyl e fomesafen. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 6, n. 3, p. 222-227, set-dez, 2012.

SOARES, M.R.S. **Características de variedades de mandioca em função de épocas de colheita**. 110p. 2011. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia), Universidade Estadual do Sudoeste da a da Conquista - Bahia, Brasil, 2011.

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

SOUZA, V. Q. de; NARDINO, M.; BONATO, G. O.; BAHRY, C.A.; CARON, B.O.; ZIMMER, P.D.; SCHMIDT, D. Desfolha em diferentes estádios fenológicos sobre características agrônômicas em trigo. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 29, n. 6, p. 1905-1911, Nov. /Dec. 2013.

STRECK, N.A.; PINHEIRO, D.G.; ZANON, A.J; GABRIEL, L.F.; ROCHA, T.S.M.; SOUZA, A.T. de; SILVA, M.R. da. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.407-415, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. (Traduzido). 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

TAKAHASHI, M.; GUERINI, V. L. Espaçamento para a cultura da Mandioca. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 489-494, 1998.

TAKAHASHI, M.; FONSECA JÚNIOR, N, da S.; TORRICILLAS, S. M. **Mandioca no Paraná: antes agora e sempre**, Curitiba - PR, IAPAR, 2002, Circular técnica nº 123, 209p.

TAKAHASHI, M.; GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. Paranavaí – PR, Olímpica, 2005. 116p.

VAN RAIJ, B.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: IAC, 2001.

VIECELLI, C.A.; FILLWOCK, J.M.; SUZIN, V. Efeito do desfolhamento das plantas na produtividade do milho. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n.3, p.179-190, 2011.

