

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

**JOÃO RICARDO POMPERMAIER RAMELLA**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA EM  
SISTEMAS DE PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ**

**2017**

**JOÃO RICARDO POMPERMAIER RAMELLA**

**INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA EM  
SISTEMAS DE PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO**

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 Doutor.

Orientador: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa.

Coorientador: Dr. Emerson Fey.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PARANÁ

2017

## Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

R172i

Ramella, João Ricardo Pompermaier  
Interferência das plantas daninhas na cultura da mandioca em sistemas de  
plantio convencional e direto. / João Ricardo Pompermaier Ramella.--  
Marechal Cândido Rondon, 2017.

100 f.

Orientador: Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa

Coorientador: Prof. Dr. Emerson Fey

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus  
de Marechal Cândido Rondon, 2017.

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

1. Plantas daninhas - Controle. I. Costa, Neumárcio Vilanova da. II. Fey,  
Emerson. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 20.ed. 632.58

CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Bejio – CRB 9<sup>a</sup>/965

JOÃO RICARDO POMPERMAIER RAMELLA

INTERFERÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA  
EM SISTEMA DE PLANTIO CONVENCIONAL E DIRETO

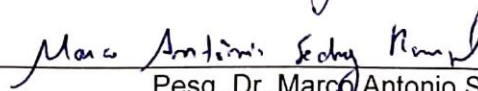
Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 22 de maio de 2017




Prof. Dr. Vandeir Francisco Guimarães  
(UNIOESTE)

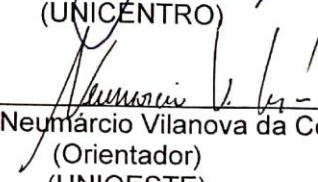
Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior  
(UNIOESTE)



Pesq. Dr. Marco Antonio Sedrez Rangel  
(EMBRAPA)



Prof. Dr. Cleber Daniel de Goes Maciel  
(UNICENTRO)



Prof. Dr. Neumarcio Vilanova da Costa  
(Orientador)  
(UNIOESTE)

Aos meus pais João Carlos Ramella e Clarice Pompermaier Ramella em especial;  
A minha esposa e companheira Keli D. C. L. Ramella,  
ao meu filho João Victor Ramella;  
Ao meu orientador Dr. Neumárcio Vilanova da Costa;  
A todos os meus amigos e colegas;  
Aos amigos do grupo de estudo matologia do Oeste do Paraná (GEMOP), em  
especial ao amigo Gustavo Moratelli, e  
A todos os meus professores e colegas de trabalho,  
Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que sempre esteve ao meu lado durante esta jornada e, por muitas vezes me fez tranquilo e sereno para enfrentar os desafios e não desistir.

Aos meus pais, João Carlos Ramella e Clarice P. Ramella. Obrigado por todo o esforço de vocês para minha formação pessoal e profissional e despertar minha curiosidade por tudo, isso me levou a ser cientista e me sentir o filho mais amado do mundo. Vocês foram o pilar desta conquista. Amo vocês!

A toda minha família, que mesmo distante, esteve sempre comigo, ensinando-me, apoiando-me incondicionalmente e acreditando em meu potencial.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE *Campus* Marechal Cândido Rondon, ao Núcleo de Estações Experimentais.

A minha esposa e companheira Keli Libardi Ramella e ao meu filho João Victor Ramella, por todo amor e carinho, paciência e compreensão durante todo o período de doutorado. Eu amo vocês sempre!

Ao meu orientador Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa e ao meu coorientador Dr. Emerson Fey pela orientação, amizade e toda a confiança em mim depositada. Pelos conhecimentos técnicos e científicos repassados, paciência, incentivo e apoio, pelas intervenções, sempre em momentos oportunos, e pelas oportunidades vivenciadas, as quais serão lembradas com admiração e respeito.

A todos do programa de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE, em especial à secretária Leila Allievi Werlang pelo excelente atendimento sempre que necessário.

Ao colega Gustavo Moratelli pelo auxílio na condução e avaliação dos experimentos, companheirismo e ser um verdadeiro irmão durante e após o experimento.

Aos colegas do Grupo de Estudo em Matologia do Oeste do Paraná (GEMOP): Silvio Douglas Ferreira, Daniel Adriano Sontag, Rodrigo Dourado, Guilherme Pavan, Daniel Kamphorst, Adriana Salvalaggio, Anderson Gibbert, Hiago Canavessi e Laércio Lohmann por ajudar durante as avaliações experimentais.

*Algumas vezes o esforço é justamente o que precisamos em nossa vida. Se Deus nos permitisse passar através de nossas vidas sem quaisquer obstáculos, Ele nos deixaria alejados. Nós não iríamos ser tão fortes com poderíamos ter sido. Nós nunca poderíamos voar.*

*“Eu pedi força...*

*E Deus me deu dificuldades para me fazer forte.*

*Eu pedi sabedoria...*

*E Deus me deu problemas para resolver.*

*Eu pedi prosperidade...*

*E Deus me deu cérebro e músculos para trabalhar.*

*Eu pedi coragem...*

*E Deus me deu perigo para superar.*

*Eu pedi amor...*

*E Deus me deu pessoas com problemas para ajudar.*

*Eu pedi favores...*

*E Deus me deu oportunidades.*

*Eu não recebi nada do que pedi...*

*Mas eu venho recebendo o suficiente para o que preciso!”*

*Autor desconhecido*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Índice nacional de preço médio anual pago ao produtor (R\$ t <sup>-1</sup> ) de raiz e fécula e, produção nacional de raízes (t ha <sup>-1</sup> ) no período de 2003 a 2016 (CEPEA, 2016).....	27
Figura 2- Precipitação acumulada mensal e temperaturas médias entre 2014 e 2016. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR.....	28
Figura 3- Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de preparo convencional (A) e plantio direto (B) no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....	43
Figura 4- Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de preparo convencional (A) e plantio direto (B) no segundo ciclo da cultura da mandioca IAC 90. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	45
Figura 5- Índice de Importância Relativa (IR) das plantas daninhas presentes em cada sistema de preparo de solo no primeiro (A) e segundo ciclo (B) da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....	46
Figura 6- Valores médios de área foliar, massa seca de folhas e caule de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....	51
Figura 7- Valores médios de massa seca da parte aérea, de raiz e total de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	53
Figura 8- Valores médios para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	58



- Figura 9- Valores médios de Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL) em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....64
- Figura 10- Valores médios de Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A e C) e segundo ciclo (B e D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....65
- Figura 11- Produtividade de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de mandioca sem e com convívio com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A e C) e segundo ciclo (B e D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....69
- Figura 12- Efeito do número de raízes no teor de nitrogênio e fósforo em folhas de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A-D) e segundo ciclo (E-H). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....71
- Figura 13- Efeito do número de raízes no teor de potássio em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A-B) e segundo ciclo (C-D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....72
- Figura 14- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para a produção de raízes no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....77
- Figura 15- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para o rendimento de fécula de raízes de mandioca no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....80

Figura 16- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para a produção de raízes no segundo ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....83

Figura 17- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para o rendimento de fécula de raízes de mandioca no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016. ....85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Relação de produtos/serviços utilizados no controle de plantas daninhas no oeste do Paraná. 2014-2015/2015-2016, Entre Rios do Oeste, Paraná, BR .....	27
Tabela 2- Estimativa de custo médio de controle de plantas daninhas no primeiro ciclo da cultura. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	36
Tabela 3- Estimativa de custo médio de controle de plantas daninhas no segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	36
Tabela 4- Coeficiente de similaridade entre os preparos de solo nos dois ciclos da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	39
Tabela 5- Coeficiente de similaridade entre os preparos de solo e dois ciclos da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	39
Tabela 6- Relação das plantas daninhas presentes no primeiro ciclo da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	40
Tabela 7- Relação das plantas daninhas presentes no segundo ciclo da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	41
Tabela 8- Resumo da ANAVA para área foliar, massa seca de folhas, caule, parte aérea, raízes e total de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência no primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	48
Tabela 9- Resumo da ANAVA para área foliar, massa seca de folhas, caule, parte aérea, raízes e massa seca total de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas, e períodos de interferência no segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	49
Tabela 10- Equações de regressão para área foliar, massa seca de folhas e massa seca caule de plantas de mandioca em primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	52

Tabela 11- Equações de regressão para massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total de plantas de mandioca para primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	54
Tabela 12- Resumo da ANAVA para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	56
Tabela 13- Resumo da ANAVA para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência para o segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	57
Tabela 14- Equações de regressão para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de mandioca para o primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	59
Tabela 15- Resumo da ANAVA para Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	61
Tabela 16- Resumo da ANAVA para a Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para o segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	62
Tabela 17- Equações de regressão para Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca para primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	66
Tabela 18- Resumo da ANAVA para a produção de raízes e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	68

Tabela 19- Resumo da ANAVA para a produção de raízes e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	68
Tabela 20- Período Anterior à Interferência (PAI) da comunidade de plantas daninhas na cultura da mandioca para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	74
Tabela 21- Período Anterior à Interferência (PAI) da comunidade de plantas daninhas na cultura da mandioca para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	74
Tabela 22- Equações do primeiro segmento das curvas de rendimentos de raízes e de fécula de mandioca em função de dias de convivência da cultura com as plantas daninhas para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	75
Tabela 23- Equações do primeiro segmento das curvas de rendimentos de raízes e de fécula de mandioca em função de dias de convivência da cultura com as plantas daninhas para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....	75
Tabela 24- Estimativas de PADRE para produção de raiz, considerando preço médio pago ao produtor, custo médio de controle e perda diária na produção para as plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional de solo e sistema plantio direto para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	78
Tabela 25- Estimativas de PADRE para produção de fécula, considerando preço médio pago ao produtor, custo médio de controle e perda diária na produção para as plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional de solo e sistema plantio direto para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....	81
Tabela 26- Estimativas de perdas econômicas ( $R\$\ ha^{-1}$ ) considerando os valores de PAI e PADRE para a cultura da mandioca em primeiro ciclo sob sistemas de preparo convencional e sistema plantio direto, 2016.....	81
Tabela 27- Estimativas de PADRE para produção de raiz, considerando preço médio pago ao produtor entre 2003 e 2016, custo médio de controle de 2016 e perda diária	

na produção para as plantas sob preparo convencional e sistema plantio direto para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016 .....84

Tabela 28- Estimativas de PADRE para produção de fécula, considerando preço médio pago ao produtor entre 2003 e 2016, custo médio de controle de 2016 e perda diária na produção para as plantas sob preparo convencional e sistema plantio direto para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.....86

Tabela 29- Estimativas de perdas econômicas (R\$ ha<sup>-1</sup>) considerando os valores de PAI e PADRE para a cultura da mandioca em segundo ciclo sob sistema de preparo convencional e sistema plantio direto, 2016.....87

## RESUMO

RAMELLA, João Ricardo Pompermaier; M.Sc.; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, maio de 2017. **Interferência das plantas daninhas na cultura da mandioca em sistemas de plantio convencional e direto.** Orientador: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa. Coorientador: Dr. Emerson Fey.

Os sistemas de preparo de solo, assim como a convivência com as plantas daninhas influenciam no desenvolvimento da planta de mandioca e na dinâmica das plantas daninhas, assim como na produtividade e a rentabilidade de culturas agrícola. O objetivo deste trabalho foi determinar os períodos de interferência, PAI e o PADRE, para o 1º e 2º ciclo da mandioca 'IAC 90' sob sistema de preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). O plantio dos dois experimentos foram realizados simultaneamente e, conduzidos antes da poda (1º ciclo=10 meses) e após a poda (2º ciclo=10 meses). Em cada experimento, para as variáveis biométricas foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com parcelas subdivididas com quatro repetições, já para os valores de PAI e PADRE, foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. A parcela representava o preparo de solo, a subparcela a convivência e a subsubparcela os períodos de convivência. No 1º e 2º ciclo, os tratamentos foram constituídos de 10 períodos crescentes sem e com convivência com plantas daninhas (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 e 225 dias) pós plantio-DAP e pós poda-DAP/Po, além de uma parcela livre e outra com a presença de plantas daninhas. Em ambos os ciclos foram avaliadas as características das plantas daninhas (densidade de plantas, importância relativa e índice de similaridade) e das plantas de mandioca (biometria de plantas, taxas de crescimento, teor de nutrientes na folha, produção de raiz e fécula). Foram determinados o PAI e PADRE para cada ciclo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias à análise de regressão. No 1º ciclo, o PAI para a produtividade de raiz foi de 30 e 41 DAP para o preparo convencional e sistema plantio direto, respectivamente. Para fécula o PAI foi de 10 DAP para o preparo convencional e 11 DAP para o sistema plantio direto. O PADRE para raízes no 1º ciclo foi entre 17 e 42 DAP no preparo convencional e, 23 e 56 DAP no sistema

plantio direto. Para fécula, o PADRE foi entre 6 e 15 DAP e 8 e 19 DAP para o preparo convencional e sistema plantio direto, respectivamente. No 2º ciclo, o PAI para raiz foi de 14 DAP/Po no preparo convencional e 18 DAP/Po no sistema plantio direto. Para fécula o PAI foi de 10 DAP/Po em ambos os sistemas de preparo de solo. O PADRE para raiz foi entre 22 e 29 DAP/Po para o preparo convencional e 29 e 38 DAP/Po para o sistema plantio direto. Para fécula, o PADRE foi entre 19 e 25 DAP/Po para ambos os sistemas de preparo de solo. Os sistemas de preparo de solo atuam nos fluxos de plantas daninhas na área cultivada e nos períodos de interferência de maneira distinta para o 1º e 2º ciclo da mandioca 'IAC 90'.

**Palavras-chave:** Matointerferência. manejo. *Manihot esculenta* Crantz.



## ABSTRACT

RAMELLA, João Ricardo Pompermaier; M. Sc; State University of West of Paraná, may of 2017. **Interference of weeds in cassava culture in conventional and direct crop system.** Advisor: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa. Co advisor: Dr. Emerson Fey.

Soil tillage systems as well as weed coexistence influence the development of the cassava plant and the dynamics of weeds, as well as productivity and the profitability of agricultural crops. The objective of this study was to determine the interference periods, PAI and PADRE, for the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cycle of cassava 'IAC 90' cassava under conventional tillage (PC) and no-tillage systems (PD). Planting of the two experiments was carried out simultaneously and, before pruning (1<sup>st</sup> cycle = 10 months) and after pruning (2<sup>nd</sup> cycle = 10 months). In each experiment, a randomized complete block design with subdivided plots with four replications was used for the biometric parameters. For the PAI and PADRE values, the experimental design was a randomized block design with subdivided plots, with four replications. The plot represented the tillage of soil, the sub-plot the coexistence and the sub-plot the periods of coexistence. In the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cycle, the treatments were constituted of 10 growing periods without and with weed coexistence (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 and 225 days) after planting-DAP and post pruning -DAP/Po, besides a free plot and another with the presence of weeds. In both cycles, weed characteristics (plant density, relative importance and similarity index) and cassava plants (plant biometry, growth rates, leaf nutrient content, root and starch production) were evaluated. The PAI and PADRE were determined for each cycle. Data were submitted to analysis of variance and means to regression analysis. In the 1<sup>st</sup> cycle, the PAI for root productivity was 30 and 41 DAP for conventional tillage and no-tillage, respectively. For starch the PAI was 10 DAP for conventional tillage and 11 DAP for no tillage system. The PADRE for roots in the 1<sup>st</sup> cycle was between 17 and 42 DAP in the conventional tillage, and 23 and 56 DAP in the no-tillage system. For starch, the PADRE was between 6 and 15 DAP and 8 and 19 DAP for conventional tillage and no-tillage, respectively. In the 2<sup>nd</sup> cycle, the PAI for root was 14 DAP/Po in conventional tillage and 18 DAP/Po in no tillage system. For starch the PAI was 10

DAP/Po in both soil tillage systems. The PADRE for root was between 22 and 29 DAP/Po for conventional tillage and 29 and 38 DAP/Po for the no-tillage system. For starch, the PADRE was between 19 and 25 DAP/Po for both soil preparation systems. Soil tillage systems act on weed flows in the cultivated area and in the periods of interference in a different way for the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> cycle of 'IAC 90' cassava.

**Keywords:** Weedinterference. management. *Manihot esculenta* Crantz.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>22</b>
2.1.	Importância econômica da cultura .....	22
2.2.	Manejos culturais .....	22
2.3.	Matointerferência e estratégias de manejo na cultura da mandioca .....	24
<b>3.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>28</b>
3.1.	Local do experimento .....	28
3.2.	Delineamento experimental.....	29
3.3.	Implantação e manejo experimental .....	30
3.4.	Avaliação da comunidade de plantas daninhas .....	31
3.5.	Avaliação das plantas de mandioca .....	31
3.6.	Análise de crescimento .....	32
3.7.	Análise nutricional das plantas de mandioca .....	33
3.8.	Período anterior à interferência (PAI) .....	34
3.9.	Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE).....	35
3.10.	Análise estatística.....	37
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1.</b>	<b>Fitossociologia de plantas daninhas .....</b>	<b>38</b>
4.2.	Biometria .....	47
4.3.	Teor nutricional das plantas de mandioca .....	56
4.4.	Análise de crescimento .....	61
4.5.	Produção de raiz e fécula e períodos de interferência das plantas daninhas.....	67
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>88</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>89</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem sua origem no Brasil e apresenta adaptabilidade aos diferentes climas (DORETTO, 1993; SAGRILO et al., 2002). Cultivada em todo o território nacional, a mandioca apresenta elevada importância na alimentação humana e animal (ALBUQUERQUE et al., 2008).

Segundo a FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO, 2016), em 2015 a Nigéria apresentou a maior produção mundial de mandioca, com participação de 16,3% na produção total, seguida por Indonésia, Tailândia e Brasil (10,7%) (FAO, 2016). No Brasil, em 2015, a produção foi de 24,1 mil de toneladas (IBGE, 2016), com destaque para os estados do Pará e Paraná, com 22,7 e 16,5%, respectivamente, da participação na produção nacional.

A mandiocultura tem sido manejada sob diferentes níveis de tecnologia, como sistemas de preparo de solo, melhoramento genético, manejos e colheita. Nos estados do Norte e Nordeste, o cultivo está voltado à subsistência, com menor tecnologia e produtividade média quando comparada à região Centro-Oeste e Sul do país, as quais apresentam alto grau de investimentos tecnológicos e elevadas produtividades.

No Paraná, a mandioca tem destaque entre as culturas em área cultivada (156 mil hectares), produção (4,2 milhões de toneladas) e, produtividade (27 t ha<sup>-1</sup>) (SEAB, 2015). Apesar da produtividade de mandioca no estado do Paraná ser 37% superior à média nacional (14,9 t ha<sup>-1</sup>), encontra-se ainda, aquém do potencial produtivo da cultura. Segundo Tironi et al. (2015), a mandioca pode ser cultivada em 10 e/ou 20 meses após o plantio, e possui capacidade de atingir produtividade de até 60 t ha<sup>-1</sup> no Brasil e mais de 100 t ha<sup>-1</sup> (SILVA et al., 2012).

As maiores produções de mandioca no estado concentram-se na região noroeste, porém, os núcleos regionais de Umuarama, Paranavaí, Toledo e Marechal Cândido Rondon, são os que apresentam exploração mais tecnificada. Sendo a maior parte da produção de mandioca do Paraná destinada à indústria de fécula e farinha (TAKAHASHI & GONÇALO, 2001).

Em relação ao preparo de solo, este pode ter influência direta nos processos de retenção e infiltração de água, aeração, atividade microbiana, resistência à erosão, teor de matéria orgânica, temperatura de solo, entre outros, este deve oferecer condições adequadas para o crescimento, desenvolvimento, diferenciação

e produtividade das culturas. Segundo Oliveira et al. (2001), os preparos aliados à diferentes tipos de solos, intensidades de uso de implementos e carga animal, são fatores que influenciam diretamente nas características físicas, químicas e biológicas do solo.

Tormena et al. (2002) verificou que os preparos de solo em mandioca influenciaram na densidade do solo, sendo que o sistema convencional reduziu a compactação e a resistência à penetração de raízes, contrario do sistema plantio direto, que reduziu os riscos de erosão e perda de água no solo, favorecendo o desenvolvimento adequado da cultura.

Outro fator limitante que influencia na cultura da mandioca esta relacionado à interferência causada pelas plantas daninhas durante o ciclo da cultura. Segundo Albuquerque et al. (2008), as plantas daninhas podem causar reduções de até 90% na produtividade, e seu controle representar, aproximadamente, 40% do custo de produção. Na prática, os efeitos da matointerferência podem ser irreversíveis, ou seja, não possibilitar a recuperação no crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura (KOZLOWSKI, 2002a). Sendo assim, o conhecimento do potencial e período de interferência das plantas daninhas se faz importante na tomada de decisão para a adoção de estratégias de controle.

O período de interferência entre a comunidade infestante e a espécie cultivada pode ser influenciado por fatores como, condições edafoclimáticas, sistemas de preparo de solo, composição específica, densidade e distribuição espacial das plantas daninhas e, relacionados à cultura como espécie ou cultivar, hábito de crescimento, entre outros. Além disso, a época e duração do período de convivência também influenciam no grau de interferência (PITELLI et al., 2002), principalmente em mandioca, já que apresenta ciclo longo e com isso, vários fluxos de infestação de plantas daninhas. Com isso, a matointerferência pode ser alterada em função do período em que a comunidade estiver concorrendo por determinado recurso.

Entre os períodos críticos de interferência, o período anterior à interferência (PAI) indica o período em que a cultura pode conviver com a comunidade infestante sem que ocorra interferência negativa em sua produção final (PITELLI; DURIGAN, 1984).

Porém, a abordagem do PAI demonstra inconsistência por ser definida com base nos dias após a emergência ou no estágio fenológico da cultura (KOZLOWSKI,

2002a). A definição do PAI leva em consideração apenas os aspectos relacionados à cultura, deixando de considerar a relação com as plantas daninhas. Skora Neto (2003), em determinação de períodos precoces de controle das plantas daninhas, verificou que os estádios fenológicos não foram suficientes para estabelecer estes períodos.

Com a evolução da tecnologia aplicada aos sistemas de cultivos e, constantes alterações nos custos de controle e preços pagos ao produtor, o período de convivência entre plantas daninhas e cultivadas pode ser reduzido ou elevado. Com isso, foi proposto outro período crítico que considerasse o dano no rendimento econômico, indicando o período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) (Vidal et al., 2004). A adoção deste período considera que o custo de controle, rendimento da cultura e perdas diárias são relevantes na tomada de decisão para o controle adotado. Portanto o PADRE define-se como o período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorram perdas financeiras ao produtor. A aplicação do PADRE consiste no controle precoce das plantas daninhas, visando evitar o prejuízo mínimo causado à cultura pela convivência com a comunidade infestante.

Desta maneira, as hipóteses da presente pesquisa basearam-se no fato de que os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da mandioca podem ser distintos de acordo com os sistemas de preparo de solo aplicados e ciclo da cultura (10 a 12 meses ou 20 a 22 meses).

Sendo assim, o objetivo foi determinar o PAI e o PADRE para o 1º e 2º ciclo da mandioca 'IAC 90' sob sistema de preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). Além disso, busca a comparação na aplicação do período anterior à interferência (PAI) e do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) na Ciência das Plantas Daninhas para auxiliar na determinação do período de interferência das plantas daninhas na cultura da mandioca e que supera seu custo do controle.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Importância econômica da cultura

A segurança alimentar é um desafio para a atual e futuras gerações, pois mais de 800 milhões de pessoas no mundo encontram-se em situação de subnutrição (FAOSTAT, 2017). A cultura da mandioca é importante na segurança alimentar nas regiões tropicais devido à sua rusticidade, baixa exigência em fertilidade e tolerância a seca, pragas e doenças (ALVES, 2006), além de ser considerada a 3ª maior fonte de alimento, após arroz e milho (FAOSTAT, 2017)

A rusticidade da cultura, em relação aos fatores ambientais favoráveis ao desenvolvimento, permite a exploração da mandioca em regiões adversas, sendo amplamente cultivada na África, Ásia e América Latina. Considerando a importância da mandioca na dieta alimentar, a cultura é consumida por, aproximadamente, 1 bilhão de pessoas em 105 países (NHASSICO et al., 2008).

No Brasil a área cultivada de mandioca está em torno de 1,62 milhões de hectares e a produção é de 24,1 milhões de toneladas de raízes (SEAB, 2015). A cultura tem exploração em todo o território brasileiro, em que são aplicados diferentes níveis tecnológicos, o que permite uma variação significativa nas produtividades regionais.

Porém, as pesquisas relacionadas às práticas culturais empregadas não são suficientes para proporcionar aumento significativo de sua produtividade (COSTA et al., 2013).

### 2.2. Manejos culturais

Entre as práticas culturais aplicadas no manejo da cultura, destaca-se o sistema de preparo de solo. Esta prática influencia na produtividade da mandioca por estar diretamente ligada às condições físicas, químicas e biológicas do solo.

O sistema de preparo de solo convencional baseia-se no revolvimento das camadas superficiais, o que permite incorporar corretivos, fertilizantes e resíduos vegetais, aumentar a porosidade total e a capacidade de percolação e armazenamento de água e ar, favorecendo o desenvolvimento de raízes (GABRIEL FILHO et al., 2000).

A ação de revolver o solo, geralmente, é realizada com uso de arados e grades, que efetuam o corte, inversão, destorroamento e nivelamento do terreno. Esta forma de preparo convencional visa propiciar melhores condições de desenvolvimento para as plantas cultivadas. No entanto, fatores climáticos como chuvas e ventos podem acarretar em lixiviação de nutrientes e erosão.

Características específicas da cultura da mandioca como, crescimento inicial lento, arranjo espacial das plantas e significativa movimentação do solo durante seu ciclo (plantio, capinas e colheita), podem facilitar processos erosivos (SOUZA et al., 2006).

Assim como no Noroeste do Paraná (OLIVEIRA et al., 2003), a região Oeste demanda de sistemas de preparo de solo com menor revolvimento e manutenção dos resíduos vegetais em superfície, tornando-se alternativa tecnicamente viável para a cultura da mandioca, tanto no rendimento econômico quanto conservacionista. Pequeno et al. (2007), indicaram que o sistema plantio direto propicia maior produtividade na cultura da mandioca quando comparado ao sistema de preparo de solo convencional. Porém, existem poucas pesquisas relatando os efeitos dos sistemas de preparo de solo sobre a produtividade da mandioca, principalmente na região Oeste do Paraná.

O uso de sistemas de preparo de solo com o mínimo de revolvimento busca oferecer condições benéficas para a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária e viabilizar tecnicamente a cultura da mandioca (CAVALIERI et al., 2006). Segundo Gabriel Filho et al. (2000), o sistema plantio direto inicia com o uso de plantas de cobertura para promoção da rotação de culturas, diminuição de processos erosivos, aumento da fertilidade natural do solo, redução na incidência de ataques de pragas e doenças.

Além disso, o plantio direto associado ao uso de plantas de cobertura reduz a suscetibilidade dos sistemas de produção de mandioca e auxilia no controle das plantas daninhas (OTSUBO et al., 2008). O não revolvimento do solo propicia alterações na dinâmica populacional das plantas daninhas, e assim, mudanças na composição da comunidade infestante no tempo, considerando o número e a dominância de cada espécie (ZELAYA et al., 1997).

Aspectos como a biologia e ecologia das espécies podem ser alterados devido ao manejo do solo, das culturas e dos métodos de controle (VOLL et al., 2005).



Sementes de *Euphorbia heterophylla* e *Bidens pilosa* germinam e emergem por cerca de 3 a 4 anos (VOLL et al., 2001), enquanto *Commelina benghalensis*, pode sobreviver no solo por cerca de 40 anos (VOLL et al., 1997).

O preparo intenso do solo ou a presença de cobertura morta atuam diretamente nos aspectos físicos, afetando, inclusive, a quantidade de luz absorvida e menores oscilações da temperatura e umidade do solo, o que pode provocar superação da dormência das sementes de plantas daninhas presentes na área (PITELLI, 1997; THEISEN; VIDAL, 1999). Portanto, a cobertura de solo reduz o crescimento embrionário das sementes fotoblásticas positivas e sementes que necessitam de alternância de temperatura para germinar, além de reduzir a sobrevivência de plantas daninhas com pequena quantidade de reservas (MONQUERO; CHRISTOFFOLETI, 2005).

Albuquerque et al. (2008), mencionam que um dos principais fatores para a baixa produtividade da cultura de mandioca no Brasil é o manejo incorreto das plantas daninhas, assim como o desprezo pelo mandiocultor, por considerar a cultura rústica, e assim, não demandar por controle.

Segundo Barros (2004), a falta de assistência técnica especializada e pesquisa são considerados aspectos determinantes para a não adoção de inovações tecnológicas pelos mandiocultores e estagnação da produtividade.

### 2.3. Matointerferência e estratégias de manejo na cultura da mandioca

Pesquisadores verificaram que a convivência de plantas daninhas com a cultura da mandioca pode reduzir até 90% a produção de raízes (JOHANNIS; CONTIERO, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2008; BIFFE et al., 2010). Além da presença ou não de plantas daninhas, a época e a duração da interferência reduz a produção da cultura (PITELLI, 1985). Porém, o balanço competitivo não depende apenas de fatores ligados à comunidade infestante, mas também à cultura cultivada, além das condições edafoclimáticas e tratos culturais ligados ao manejo (PITELLI, 1985).

Várias pesquisas apresentam resultados que indicam queda na produção de variedades de mandioca sob convívio com plantas daninhas (MOURA, 2000; BIFFE et al., 2010; ALBUQUERQUE et al., 2012; COSTA et al., 2013;). Portanto, a escolha

de variedades que apresentam características competitivas auxilia no manejo integrado das plantas daninhas, principalmente no cultivo da mandioca, a qual apresenta baixa densidade de plantio, crescimento inicial e formação do dossel lento e ciclo longo, que favorecem o desenvolvimento das plantas daninhas em vários fluxos de infestação (SILVA et al., 2012). A ocorrência da competição pode acarretar mudanças na partição de fotoassimilados, causando mudanças morfológicas na planta cultivada como, reduções na razão massa seca de raízes e massa seca da parte aérea, principalmente nas fases iniciais do ciclo (RAJCAN; SWANTON, 2001; PERESSIN; CARVALHO, 2002). Neste contexto, a época e extensão do período de convivência podem estar diretamente envolvidas nas tomadas de decisões quanto à utilização e estratégia de controle das plantas daninhas (PITELLI, 1985; LOCKE et al., 2002; ALBUQUERQUE et al., 2008). Na busca de maior eficiência no controle das plantas daninhas Pitelli e Durigan (1984), definiram o período anterior à interferência (PAI), o qual pode ser determinado considerando os estádios fenológicos da cultura ou os períodos (dias) de interferência das plantas daninhas após o plantio. O PAI indica o período em que a cultura pode permanecer em convivência com a comunidade infestante sem causar interferência negativa na produção, considerado este então, o período de maior significância do ciclo da cultura, a partir do qual a produtividade é afetada devido à capacidade competitiva das plantas daninhas.

O PAI pode variar de acordo com as características relacionadas à cultura, à comunidade infestante e condições edafoclimáticas de cada local de cultivo. Fato este comprovado por Carvalho et al. (2004) com a variedade 'Cigana preta' (PAI=30 DAP), Albuquerque et al. (2008 e 2012) com 'Cacauzinha' (25 e 75 DAP, respectivamente). No Paraná, Biffe et al. (2010) determinaram o PAI para a cultivar Fécula Branca de 18 dias após o plantio (DAP) em solo de textura arenosa para a região noroeste, enquanto Costa et al. (2013) determinaram o PAI de 66 DAP para a mesma cultivar em solo de textura argilosa na região oeste do estado.

O período anterior à interferência (PAI) pode também ser variável por meio do incremento de tecnologia, variação no preço do produto pago ao mandiocultor e no custo de controle. Além disso, a eficiência do controle também é variável, pois depende de características como tecnologia e época da aplicação, espécies de

plantas daninhas a serem controladas e suas características morfofisiológicas e, da planta cultivada e sua resistência à competição (CHRISTOFFOLETI et al., 2007).

Na busca de evitar perdas econômicas, Vidal et al. (2004), propuseram o período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE), caracterizando como uma nova abordagem para o PAI. Vidal et al. (2005) propuseram considerar fatores relacionados ao preço da cultura, custo de controle, dias de convivência com as plantas daninhas e perdas diárias causadas por esta competição. O PADRE indica o período de dias após a emergência em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorram perdas significativas em relação à sua rentabilidade.

Assim, os aspectos econômicos relacionados ao valor comercial das raízes e fécula pago ao produtor (CEPEA, 2016), e a produção de raízes de mandioca (Figura 1) influenciam na determinação da época de controle das plantas daninhas.

Uma das vantagens apresentada pelo PADRE trata-se da conciliação do conhecimento científico com as informações sólidas de preço da cultura e custos de controle, possibilitando uma análise concisa da estratégia tecnológica a ser utilizada conforme a situação econômica de cada produtor. O PADRE diminui com o incremento no preço da cultura e o baixo custo de controle da comunidade infestante, sendo que nessas condições justifica-se a adoção de medidas de controle de forma precoce nas áreas cultivadas. Além disso, o custo de controle das plantas daninhas também deve ser considerado na adoção de estratégias de manejo (Tabela 1). Costa et al. (2013), na determinação os períodos de interferências das plantas daninhas no primeiro ciclo da cultura da mandioca Fécula Branca e, considerando os valores médios pagos para raízes e fécula e o custo de controle em 2012, estimaram para os rendimentos de raízes e fécula o período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) de 20 e 24 DAP, respectivamente.

Com isso, o conhecimento relacionado aos custos de fatores ligados aos métodos de controle é essencial na tomada de decisão pelo produtor. Assim, considera-se que os aspectos econômicos aliados aos fatores relacionados à cultura e às plantas daninhas, podem ser utilizados como indicadores dos períodos de interferência das plantas daninhas.

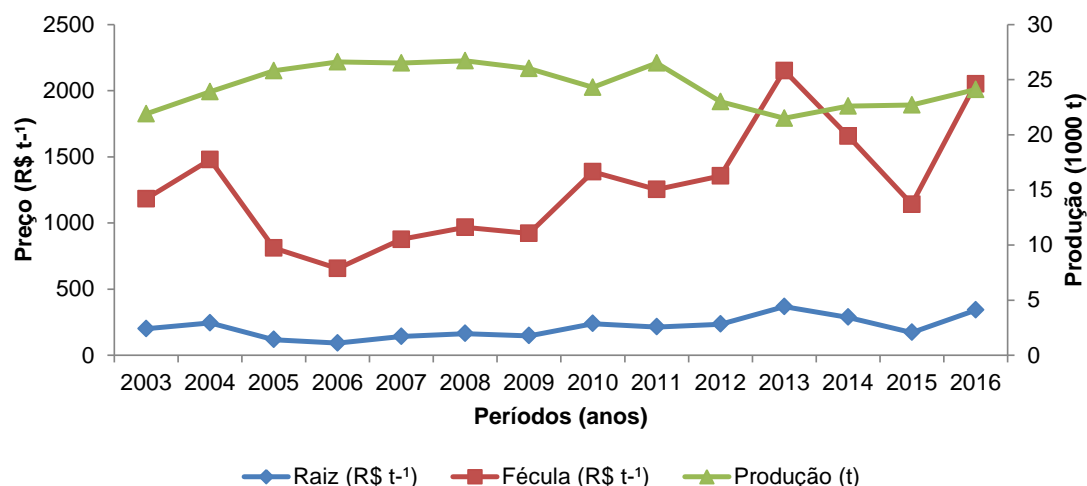


Figura 1- Índice nacional de preço médio anual pago ao produtor (R\$ t<sup>-1</sup>) de raiz e fécula e, produção nacional de raízes (t ha<sup>-1</sup>) no período de 2003 a 2016 (CEPEA, 2016).

Tabela 1- Relação de produtos/serviços utilizados no controle de plantas daninhas no oeste do Paraná. 2014-2015/2015-2016, Entre Rios do Oeste, Paraná, BR

Produto comercial (P.C)	Ingrediente ativo (I.A)	Método de aplicação	Preço do produto*	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Preço da dose**	Custo de controle (R\$)
Gamit	Clomazone	Pré	76,40	2,5	218,00	218,00
Sinerge	Ametryn + clomazone	Pré	63,65	5,0	345,25	345,25
Select	Clethodim	Pós	125,00	0,45	83,25*	88,70
Aurora	Carfentrazone	Pós	425,00	0,07	58,87*	64,32
Poquer	Clethodim	Pós	125,00	0,45	83,25*	88,70
Atanor***	Glyphosate	Pré	15,00	3,0	72,00*	77,45
Sencor 480	Metribuzim	Pré	63,00	1,0	63,00	68,45
Provence 750	Isoxaflutol	Pré	759,60	125,0	94,95	100,40
Fusilade	Fluazifop	Pós	104,00	0,75	91,50	96,95
	Ametryn	Pré	18,53	111,23	122,03	127,48
Capina			100,00	2	200,00	200,00
Cultivador tratorizado			80,00	2	160,00	160,00

Custo da aplicação=(R\$ hora<sup>-1</sup>máquina<sup>-1</sup>)/capacidade operacional=(R\$ 80,00/14,6 ha hora<sup>-1</sup>= R\$ 5,45 ha<sup>-1</sup>

\*Preço em: R\$ L<sup>-1</sup>, kg<sup>-1</sup>, homem<sup>-1</sup> ou hora<sup>-1</sup>

\*\*Inclusivo adjuvante (x= R\$ 13,50 L<sup>-1</sup>) em R\$ L<sup>-1</sup>, g<sup>-1</sup> ou hora<sup>-1</sup>.

\*\*\*Sem registro para a cultura.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local do experimento

Os experimentos foram conduzidos entre os anos de 2014 a 2016 em condições de campo durante 20 meses na Fazenda Experimental Prof. Alcibiades Luiz Orlando, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) localizada em Entre Rios do Oeste, com as seguintes coordenadas geográficas: Latitude: - 24.7066, Longitude: -54.2433 24° 42' 24" Sul, 54° 14' 36" Oeste e 260 m de altitude. O clima, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical, com média anual de precipitação de 1.700 mm, mantendo-se a média anual de temperatura entre 22 °C e 23 °C (CAVIGLIONE et al., 2000).

Os dados meteorológicos observados no período experimental foram obtidos com auxílio da estação meteorológica, pertencente à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE (Figura 2).

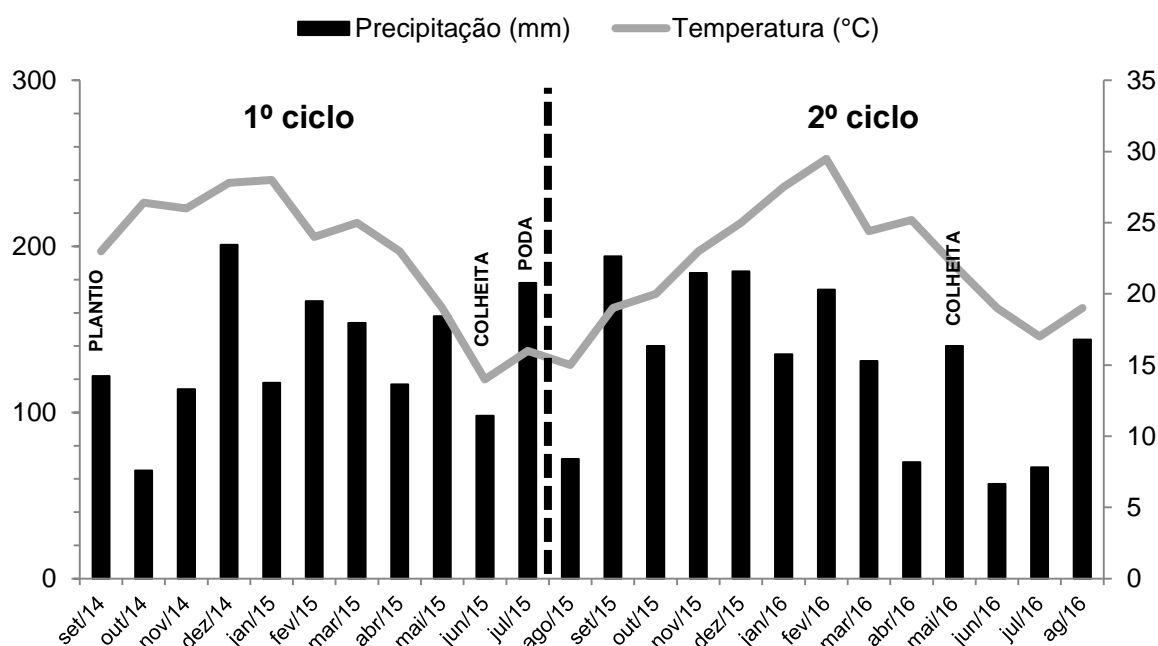


Figura 2- Precipitação acumulada mensal e temperaturas médias entre 2014 e 2016. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR.

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (LVef), de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). A análise química do solo foi realizada no Laboratório de Química Ambiental e Instrumental da Universidade

Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *Campus* de Marechal Cândido Rondon, e apresentou as seguintes características: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,95; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 4,14 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 3,67 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 31,30 mg dm<sup>-3</sup>; K = 0,88 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; M.O = 6,12 g dm<sup>-3</sup>, V% = 76,10.

### 3.2. Delineamento experimental

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizados dois experimentos, simultaneamente, constituídos por: experimento 1 (ano 2014/15 – 1º ciclo = 10 meses) e experimento 2 (ano 2015/16 – 2º ciclo = 10 meses).

Para as variáveis produtividade de raiz e fécula, em cada experimento, utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com parcelas subdivididas, com 40 tratamentos e quatro repetições. As unidades experimentais foram constituídas por parcelas que representa os sistemas de preparo de solo (preparo convencional e plantio direto) e, subparcelas com períodos sem e com convivência da cultivar com as plantas daninhas. Cada subparcela foi constituída de quatro linhas espaçadas em 0,90 m e 8 m de comprimento totalizando uma área de 28,8 m<sup>2</sup>, com manivas espaçadas em 0,66 m (16.836 plantas ha<sup>-1</sup>). Para as variáveis biométricas, taxas de crescimento e teor de nutrientes das plantas de mandioca foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com parcelas subsubdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas pelos sistemas de preparo de solo, as subparcelas a condição de convivência ou não com as plantas daninhas e, as subsubparcelas os períodos de sem ou com convivência.

No experimento 1, cultivou-se a mandioca durante ciclo de 10 meses ou até o período indicado para a realização da poda das ramas, quando se realizou a colheita. Os tratamentos foram constituídos de 10 períodos crescentes de convivência das plantas daninhas (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 e 225 dias) pós plantio-DAP.

No experimento 2, a mandioca foi cultivada durante 20 meses, sendo que o 1º ciclo foi do período inicial da cultura até a realização da poda das ramas (10 meses), período em que a cultura permaneceu livre da interferência das plantas daninhas. Desta maneira, a partir da poda, foram estabelecidos os tratamentos

constituídos de dez períodos crescentes de convivência das plantas daninhas (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 e 225 dias após a poda – DAP/Po).

O método de controle das plantas daninhas ao final de cada período de convivência foi realizado por meio de capina manual.

A poda das ramas foi realizada manualmente com auxílio de facão, 15 cm acima do nível do solo (LORENZI et al., 2003) e, todos os resíduos da poda retirados.

### 3.3. Implantação e manejo experimental

O plantio dos experimentos ocorreu simultaneamente em 18 de setembro de 2014, conforme Zoneamento Agrícola para a cultura no Estado do Paraná - Portaria nº 42, de 16 de março de 2009 (MAPA, 2014).

O solo foi preparado com aração, gradagem e sulcamento para o sistema de preparo de solo convencional (PC), assim como para o sistema plantio direto (PD), a área experimental foi anteriormente cultivada com as culturas de soja (safra) e milho (safrinha) para a formação de resíduo vegetal para cobertura de solo. A quantidade de resíduos culturais (palhada) ideal foi obtida conforme Crusciol et al. (2005), que atingiu 7720 kg MS ha<sup>-1</sup>. A massa seca de palhada de milho foi de 7744 kg MS ha<sup>-1</sup> e a taxa de cobertura de solo de 86%, as quais foram consideradas superiores aos 6000 kg MS ha<sup>-1</sup> e/ou 80% de cobertura recomendados em sistemas de plantio direto (ALVARENGA et al., 2001; NUNES et al., 2006).

O plantio em ambos os sistemas de preparo de solo foi realizado com a variedade 'IAC 90' em 18 de setembro de 2014, com auxílio de máquina plantadora de manivas de duas linhas modelo Bazuca do fabricante PLANTI CENTER. É um material desenvolvido pelo programa de melhoramento do Instituto Agrônomo (IAC) e tem melhores resultados quando colhida com dois ciclos (VALLE; LORENZI, 2014). Essa variedade apresenta parte aérea vigorosa com folhas de lóbulos largos proporcionando boa cobertura do solo, além de apresentar tolerância à bacteriose e antracnose, porém, sendo mais suscetível ao superalongamento em condições climáticas que favoreçam a doença (TAKAHASHI e GONÇALO, 2005).

### 3.4. Avaliação da comunidade de plantas daninhas

A caracterização e estudo fitossociológico da comunidade de plantas daninhas ao final de cada período sem convivência (25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 e 225 DAP) foi por meio do método do quadrado inventário (BRAUN-BLANQUET, 1979), utilizando-se quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m), lançados duas vezes ao acaso em cada subsubparcela.

Foram identificadas as plantas daninhas segundo família, gênero e espécie, e determinou-se a densidade da comunidade infestante (plantas m<sup>-2</sup>). As plantas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas e, posteriormente, pesadas em balança de precisão (0,001g) para obtenção da massa seca (MS).

Os parâmetros fitossociológicos frequência, frequência relativa, densidade, densidade relativa, abundância, abundância relativa e o índice de Importância Relativa (IR) foram determinados conforme proposta por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

Para a determinação do Índice de Similaridade em cada sistema de preparo de solo, utilizou-se a equação proposta por Sorensen (1972):

$$\text{Índice de Similaridade} = \frac{2 \times n^{\circ} \text{ de espécies comuns aos dois habitats}}{n^{\circ} \text{ de espécies no ambiente A} + n^{\circ} \text{ de espécie no ambiente B}}$$

### 3.5. Avaliação das plantas de mandioca

As avaliações referentes à biometria de plantas, taxas de crescimento, teor de nutrientes na folha e, produção de raiz e fécula, foram realizadas aos 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225 DAP e DAP/Po.

Para cada sistema de preparo de solo foram coletadas 6 plantas da área experimental útil de cada subparcela, as quais foram pesadas em balança de precisão, posteriormente, seccionadas para avaliação das características de crescimento: área foliar, número de raízes, massa fresca (MF) de raízes, folhas, caule e total.



Para determinar a altura de plantas foi realizada a medida desde a base até ápice da planta com auxílio de trena gradada em centímetros (cm). Já o número de raízes e folhas foi obtido por meio de contagem destas estruturas.

Para a obtenção dos valores de massa seca, as amostras de raízes, folhas e caule foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas, na temperatura de 65 °C, até a obtenção de massa constante. A partir da massa seca das partes da planta, foi calculada a massa seca total e expressa em gramas (g).

A área foliar de cinco folhas foi estimada utilizando-se uma amostra do dossel da planta e, com auxílio de um integralizador de área foliar (Area Meter), modelo LI – 3100C do fabricante Licor, foram obtidas as imagens em scanner e assim, extrapolados os valores para o número total de folhas da planta em centímetros quadrados.

Ao final de cada período com ou sem convivência, foram coletadas quatro plantas de mandioca na penúltima posição das 4 linhas centrais das parcelas e avaliaram-se: produtividade de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) e de fécula ( $t\ ha^{-1}$ ).

No final do 1º e 2º ciclo da cultura foi realizada a colheita das plantas para a determinação da produtividade de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ), foram coletadas seis plantas nas duas linhas centrais das subparcelas, e posteriormente pesadas em balança de precisão de 0,1 g. A massa seca das raízes foi determinada conforme proposta de Grossmann e Freitas (1950). Para a determinação do teor de fécula utilizou-se a metodologia proposta por Emater (2004).

### 3.6. Análise de crescimento

Com base nos resultados de área foliar e massa seca acumulada, foram determinadas para cada época de avaliação a taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL), razão de área e foliar (RAF), seguindo fórmulas sugeridas por Benincasa (2003).

- Taxa de crescimento absoluto (TCA), utiliza como cálculo a fórmula:

$$TCA = (P_n - P_{n-1}) / (T_n - T_{n-1}) = g\ dia^{-1}$$

Em que:  $P_n$  é a biomassa seca acumulada até avaliação  $n$ ;  $P_{n-1}$  refere-se a biomassa seca acumulada até a avaliação  $n-1$ ;  $T_n$  representa o número de dias após

a emergência por ocasião da avaliação  $n$ ; e  $Tn^{-1}$  representa o número de dias após a emergência por ocasião da avaliação  $n^{-1}$ .

- Taxa de crescimento relativo (TCR), que é calculado pela fórmula:

$$TCR = (\ln P_n - \ln P_{n^{-1}}) / (T_n - T_{n^{-1}}), \text{ em } g \text{ g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$$

Em que:  $\ln P_n$  refere-se o logaritmo neperiano da biomassa seca acumulada até a avaliação  $n$ ;  $\ln P_{n^{-1}}$  refere-se o logaritmo neperiano da biomassa seca acumulada até a avaliação  $n^{-1}$ ;  $T_n$  representa o número de dias após a emergência por ocasião da avaliação  $n$ ; e  $T_{n^{-1}}$  representa o número de dias após a emergência por ocasião da avaliação  $n^{-1}$ .

- Taxa de assimilação líquida (TAL), sendo calculada pela fórmula:

$$TAL = [(P_n - P_{n^{-1}}) / (T_n - T_{n^{-1}})] \cdot [(\ln A_n - \ln A_{n^{-1}}) / (A_n - A_{n^{-1}})], \text{ em } g \text{ cm}^{-2} \text{ dia}$$

Em que:  $P_n$  é a biomassa seca acumulada até avaliação  $n$ ;  $P_{n^{-1}}$  refere-se a biomassa seca acumulada até a avaliação  $n^{-1}$ ;  $T_n$  representa o número de dias após a emergência por ocasião da avaliação  $n$ ; e  $T_{n^{-1}}$  refere-se ao número de dias após a emergência por ocasião da avaliação  $n^{-1}$ ;  $\ln A_n$  representa o logaritmo neperiano da área foliar acumulada até a avaliação  $n$ ;  $\ln A_{n^{-1}}$  refere-se ao logaritmo neperiano da área foliar acumulada até a avaliação  $n^{-1}$ ;  $A_n$  representa a área foliar da planta por ocasião da avaliação  $n$ ; e  $A_{n^{-1}}$  refere-se a área foliar da planta por ocasião da avaliação  $n^{-1}$ .

- Razão de área foliar (RAF), que utiliza a fórmula:

$$RAF = A_n / P_n, \text{ em } \text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

Em que:  $A_n$  representa a área foliar da planta por ocasião da avaliação  $n$  e  $P_n$  refere-se à biomassa seca acumulada até avaliação  $n$ .

- Razão da massa de raiz (RMR), que utiliza a fórmula:

$$RMR = MS \text{ raiz} / MS \text{ total}$$

### 3.7. Análise nutricional das plantas de mandioca

Aos 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200 e 225 DAP e DAP/Po, foram coletadas amostras de cinco folhas por planta colhida, e trituradas em moinho tipo Willey (peneira de 2 mm), posteriormente, acondicionadas em sacos plásticos vedados.

Para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), foram pesadas amostras de 0,4 g, das quais foi realizada a extração do teor com

peróxido de hidrogênio (2 mL), ácido sulfúrico concentrado (4 mL) e mistura digestora (0,7 g), composta de sulfato de sódio, sulfato de cobre e selênio (metálico) (LANA et al., 2010). Os teores de N e K foram determinados pelo método Micro-Kjeldahl, através do destilador; de P por colorimetria, utilizando o método do complexo fosfo-molíbico em meio redutor, adaptado por Braga e Defelipo (1974).

### 3.8. Período anterior à interferência (PAI)

Para a determinação dos períodos anterior à interferência no primeiro e segundo ciclo da cultura da mandioca foi adaptada a metodologia utilizada por Kozlowski et al. (2002b), onde os dados de produtividade de raízes e fécula obtida nos diferentes períodos sem e com convivência com as plantas daninhas foram ajustados ao modelo de regressão não-linear, utilizando a equação logística:

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]}$$

Em que:

- y = Produtividade de raízes (ou outra característica analisada);
- x = Dias após o plantio ou poda;
- a = Produção mínima (ou outra característica analisada) no início do ensaio para os períodos sem convivência e no final do ensaio para os períodos de convivência;
- b = Diferença entre a produção máxima e mínima (ou outra característica analisada);
- c = Nº de dias em que ocorreram 50% de redução na produção máxima de raízes (ou outra característica analisada);
- d = Inclinação da curva.

O cálculo do período anterior à interferência (PAI) no modelo para os períodos de convivência foi efetuado subtraindo-se a diferença mínima significativa (DMS a 5% de probabilidade) obtida após a comparação das médias de produtividade dos tratamentos (períodos de convivência) por regressão linear. O resultado foi substituído em y da equação logística, obtendo-se assim o valor de x, que indica o número de dias após o plantio (1º ciclo) ou das podas das ramas (2º ciclo) em que iniciou o PAI.

### 3.9. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE)

Pela definição proposta para o PADRE conforme metodologia adaptada de Vidal et al. (2005) e Fleck et al. (2002), a perda de rendimento tolerada na cultura deve ser equivalente ao custo de controle (CC).

Sendo assim, o custo de controle (CC) foi baseado no preço de herbicidas por área tratada mais o custo de aplicação. Desta forma, como a perda de rendimento da cultura foi obtida pela perda média percentual diária (PP) multiplicada pelo rendimento da cultura (RC) e multiplicado pelos dias de convivência das plantas daninhas após a emergência da cultura.

$$PADRE = \left[ \frac{CC}{PC * RC * PP} \right] * E$$

Em que:

- CC = Custo de controle (Preço do produto e/ou mão de obra – R\$);
- PC = Preço da cultura pago ao produtor (raiz e fécula – R\$);
- RC = Rendimento da cultura (t ha<sup>-1</sup>);
- PP = Perda média diária (%).
- E = Eficiência da estratégia adotada (90%).

O custo de controle (CC) foi baseado no uso das estratégias de controle adotadas para a região Oeste do Paraná para primeiro ciclo (Tabela 2) e segundo ciclo (Tabela 3). Para efeito de futuras comparações, o valor do dólar no período experimental foi de: US\$ 1,00 = R\$ 3,17.

Tabela 2- Estimativa de custo médio de controle de plantas daninhas no primeiro ciclo da cultura. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

<b>Estratégia</b>	<b>Método</b>	<b>Custo de controle (R\$ ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Preparo convencional</b>		
1	Revolvimento de solo + Pós- emergente	371,87
2	Revolvimento de solo + Pré-emergente + Pós-emergente	600,00
3	Revolvimento de solo + Capina	280,00
4	Revolvimento de solo + Cultivador tratorizado	400,00
<b>Plantio direto</b>		
5	Dessecação + Pré-emergente	242,03
6	Dessecação + Pré-emergente + Pós-emergente	533,90
7	Dessecação + Pós-emergente	356,55
8	Dessecação + Pós-emergente/Pós-emergente	420,27

Fonte: comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

Tabela 3- Estimativa de custo médio de controle de plantas daninhas no segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

<b>Estratégia</b>	<b>Custo médio de controle 1º ciclo (R\$)</b>	<b>Método</b>	<b>Custo de controle (R\$ ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Preparo convencional</b>			
1	400,27	Dessecação + Pós-emergente	1290,72
2		Dessecação + Pós-emergente/Pós-emergente	1113,37
3		Dessecação + Pós-emergente + Capina	1177,09
4		Capina + Pós-emergente	998,85
<b>Plantio direto</b>			
5	388,18	Dessecação + Pós-emergente	1278,63
6		Dessecação + Pós-emergente/Pós-emergente	1101,28
7		Dessecação + Pós-emergente + Capina	1165,00
8		Capina + Pós-emergente	986,76

Fonte: comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

### 3.10. Análise estatística

A análise estatística foi realizada separadamente para cada ciclo. Os dados dos parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância ( $p < 0,05$ ), utilizando-se o programa computacional SISVAR 5.3.

Os resultados das médias foram submetidos à análise de regressão, sendo as equações escolhidas com base nos modelos significativos, aprovados no teste de normalidade, lógica biológica e de elevado  $R^2$ .

Os dados obtidos para o PADRE foram aplicados em gráficos de superfície construídos a partir de modelos múltiplos de regressão aprovados no teste de normalidade, lógica biológica e de elevado  $R^2$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Fitossociologia de plantas daninhas

No levantamento da comunidade infestante presentes na área experimental, no 1º ciclo, foram identificadas 11 famílias e 14 espécies (Tabela 6). A classe Magnoliopsida apresentou mais espécies quando comparada à Liliopsida, sendo 66,6 e 55,5% superior nos sistemas de preparo de solo convencional e plantio direto, respectivamente.

No sistema de preparo de solo convencional foram identificadas 10 famílias e 13 espécies, com destaque para Asteraceae (*Bidens pilosa*, *Conyza* sp e *Sonchus oleraceus*) e Poaceae (*Zea mays* e *Digitaria insularis*), enquanto que, no plantio direto, foram identificadas 9 famílias e 12 espécies, com destaque para Asteraceae (*Bidens pilosa*, *Conyza* sp e *Sonchus oleraceus*) e Poaceae (*Zea mays* e *Digitaria insularis*). No coeficiente de similaridade dos levantamentos fitossociológicos foi observado elevado número de espécies comuns entre os sistemas de preparo de solo para o primeiro e segundo ciclo (Tabela 4), que pode ser devido à proximidade das áreas submetidas aos sistemas de preparo de solo convencional e plantio direto (MACEDO et al., 2003).

Com relação à comunidade infestante da área experimental no 2º ciclo, foram identificadas 10 famílias e 12 espécies (Tabela 7), destacando-se a classe Magnoliopsida que apresentou 71 e 62% mais espécies em comparação à Liliopsida, considerando o sistema de preparo de solo convencional e plantio direto, respectivamente. No sistema de preparo de solo convencional foram identificadas 9 famílias e 11 espécies de plantas daninhas, enquanto que no plantio direto foram encontradas 7 famílias e 9 espécies. A família Asteraceae foi a que apresentou maior número de espécies em ambos os sistemas de preparo de solo (*Bidens pilosa*, *Conyza* sp e *Sonchus oleraceus*).

Tabela 4- Coeficiente de similaridade entre os preparos de solo nos dois ciclos da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

		<b>Plantio direto</b>
<b>1° ciclo</b>	<b>Preparo convencional</b>	84%
<b>2° ciclo</b>	<b>Preparo convencional</b>	90%

Foi observado que o índice de similaridade entre o preparo convencional de solo e o sistema plantio direto nos diferentes ciclos da cultura reduziu quando comparado ao primeiro ciclo. Essa baixa similaridade era esperada devido às alterações na dinâmica de infestação e na composição botânica da comunidade infestante, conforme a intensidade, regularidade e tempo de utilização do sistema de preparo de solo, além dos diferentes manejos culturais (SILVA et al., 2005). Porém, a comunidade infestante presente no mesmo sistema de preparo do solo no primeiro e segundo ciclo da cultura foi considerada semelhante (Tabela 5).

Tabela 5- Coeficiente de similaridade entre os preparos de solo e dois ciclos da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

		<b>2° ciclo</b>	
		<b>Preparo convencional</b>	<b>Plantio direto</b>
<b>1° ciclo</b>	<b>Preparo convencional</b>	92%	36%
	<b>Plantio direto</b>	39%	86%



Tabela 6- Relação das plantas daninhas presentes no primeiro ciclo da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

<b>Família</b>	<b>Espécies</b>	<b>Nome vulgar</b>
<b>PLANTIO CONVENCIONAL</b>		
Magnoliopsida		
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Conyza</i> spp.	Buva
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Lamiaceae	<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Guanxuma
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra- Pedra
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua de vaca
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia branca
Liliopsida		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Corda-de-viola
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Milho voluntário
	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-Amargoso
<b>PLANTIO DIRETO</b>		
Magnoliopsida		
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Conyza</i> spp	Buva
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Malvaceae	<i>Sida</i> sp.	Guanxuma
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra- Pedra
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua de vaca
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia branca
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha
Liliopsida		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeraba
Poaceae	<i>Zea mays</i>	Milho voluntário
	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-Amargoso

Tabela 7- Relação das plantas daninhas presentes no segundo ciclo da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Família	Espécies	Nome vulgar
<b>PLANTIO CONVENCIONAL</b>		
Magnoliopsida		
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Conyza</i> spp	Buva
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Lamiaceae	<i>Leonurus sibiricus</i>	Rubim
Malvaceae	<i>Sida</i> sp,	Guanxuma
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra- Pedra
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua de vaca
Liliopsida		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeaba
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-Amargoso
<b>PLANTIO DIRETO</b>		
Magnoliopsida		
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Conyza</i> spp,	Buva
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra- Pedra
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>	Língua de vaca
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria pretinha
Liliopsida		
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeaba
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-Amargoso

De modo geral, é possível constatar maior número de espécies da classe Magnoliopsida (dicotiledôneas) principalmente no sistema de preparo de solo convencional em ambos os ciclos da cultura.

Em levantamentos realizados em áreas agrícolas no Paraná, foram identificadas famílias e espécies semelhantes ao da presente pesquisa, além do destaque para Asteraceae e Poaceae (RODRIGUES et al., 2010; SILVA et al., 2012; SCHUSTER et al., 2013). Verificou-se que todas as espécies identificadas são comuns em áreas que sucedem as culturas de milho e soja no Paraná, pois apresentam ciclo anual (ruderais), alta habilidade de dispersão e persistência no banco de sementes do solo (KOSLOWSKI et al., 2009).

O elevado número de espécies presentes na área experimental pode ser explicado pelo revolvimento do solo realizado para implantação do sistema de preparo convencional, o que estimulou o banco de sementes. Já para o sistema plantio direto o número de espécies foi menor, devido à presença de resíduos culturais em quantidade e distribuição. O sistema de preparo de solo convencional apresentou 13% mais densidade populacional de plantas daninhas no primeiro e, 26% maior no segundo ciclo da cultura (Figura 3 e 4).

A *Commelina benghalensis* L. apresentou alta densidade populacional na comunidade infestante em ambos os sistemas de preparo de solo e ciclos da cultura (Figura 3), o que pode ser atribuído à habilidade de propagação por sementes e enraizamento dos nós (WILSON, 1981) e condições adequadas para germinação.

Na área submetida ao sistema plantio direto foi observada supressão das plantas daninhas nos períodos iniciais de avaliação. Este fato deve-se aos efeitos físicos da cobertura morta, a qual foi de 7720 kg MS ha<sup>-1</sup>, que favorece a redução no início do crescimento ativo do embrião das sementes fotoblásticas positivas e de sementes que necessitam de alternância de temperatura para germinar (PAES; REZENDE, 2001).

No total de espécies identificadas, nem todas estiveram presentes em todos os meses do ciclo da cultura. Isso, devido às espécies presentes no banco de sementes se encontrarem em dormência e buscando condições ideais de umidade, temperatura e luz para germinação (COSTA et al., 2013).

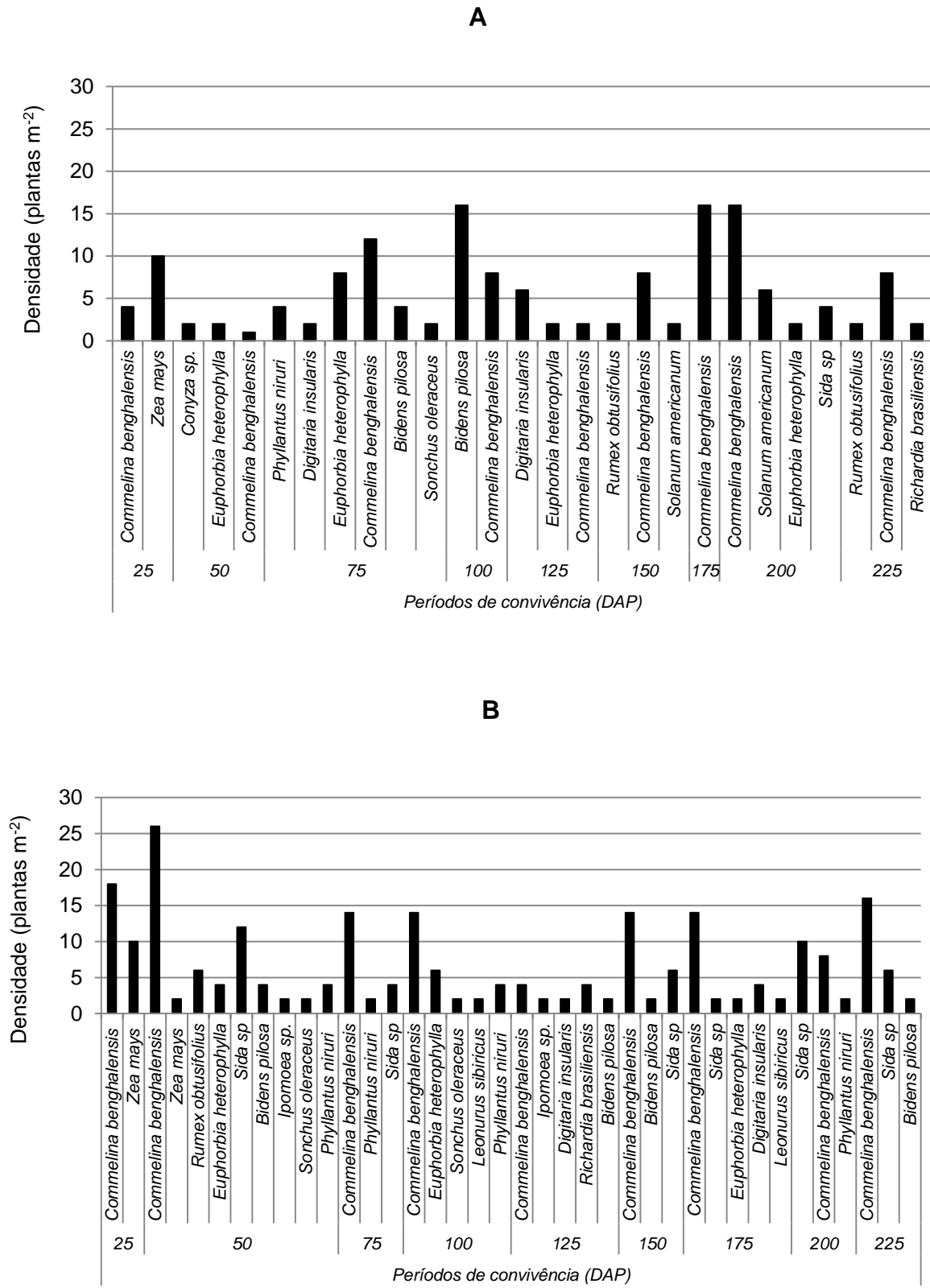


Figura 3- Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de preparo convencional (A) e plantio direto (B) no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Para o segundo ciclo da cultura ocorreu queda na densidade de espécies em ambos os sistemas de preparo do solo quando comparado ao primeiro ciclo da cultura (Figura 4). Semelhante ao primeiro ciclo da cultura, a *Commelina benghalensis* L. esteve presente em todos os períodos de avaliação nos dois sistemas de preparo de solo, exceto aos 50 DAP/Po no sistema plantio direto

Na Figura 5 está apresentado o índice de importância relativa (INOUE, 2012), onde foi observado, para o primeiro ciclo, que as espécies da classe Liliopsida demonstraram maior índice de importância relativa, destacando-se a *Commelina benghalensis*, presente em, praticamente, todos os períodos avaliados. Campos et al. (2013) afirmam que este fato se deve a planta apresentar resistência ao controle e elevada habilidade de rebrota.

Para o primeiro ciclo da cultura foi observado no sistema plantio direto que a espécie *Zea mays* teve maior influência na comunidade de plantas daninhas, indicando maior importância relativa (IR), enquanto que no sistema de preparo convencional do solo a espécie de maior IR foi a *Commelina benghalensis*. A ocorrência do milho voluntário no sistema de preparo de solo plantio direto deve-se à presença de resíduos vegetais da cultura antecessora. Já no sistema de preparo convencional, a ocorrência da trapoeraba pode estar relacionada à reserva de sementes viáveis desta espécie encontradas no solo, que indica a permanência desta espécie ao longo do tempo devido ao somatório de sementes produzidas e introduzidas na área experimental (KUVA et al., 2008).

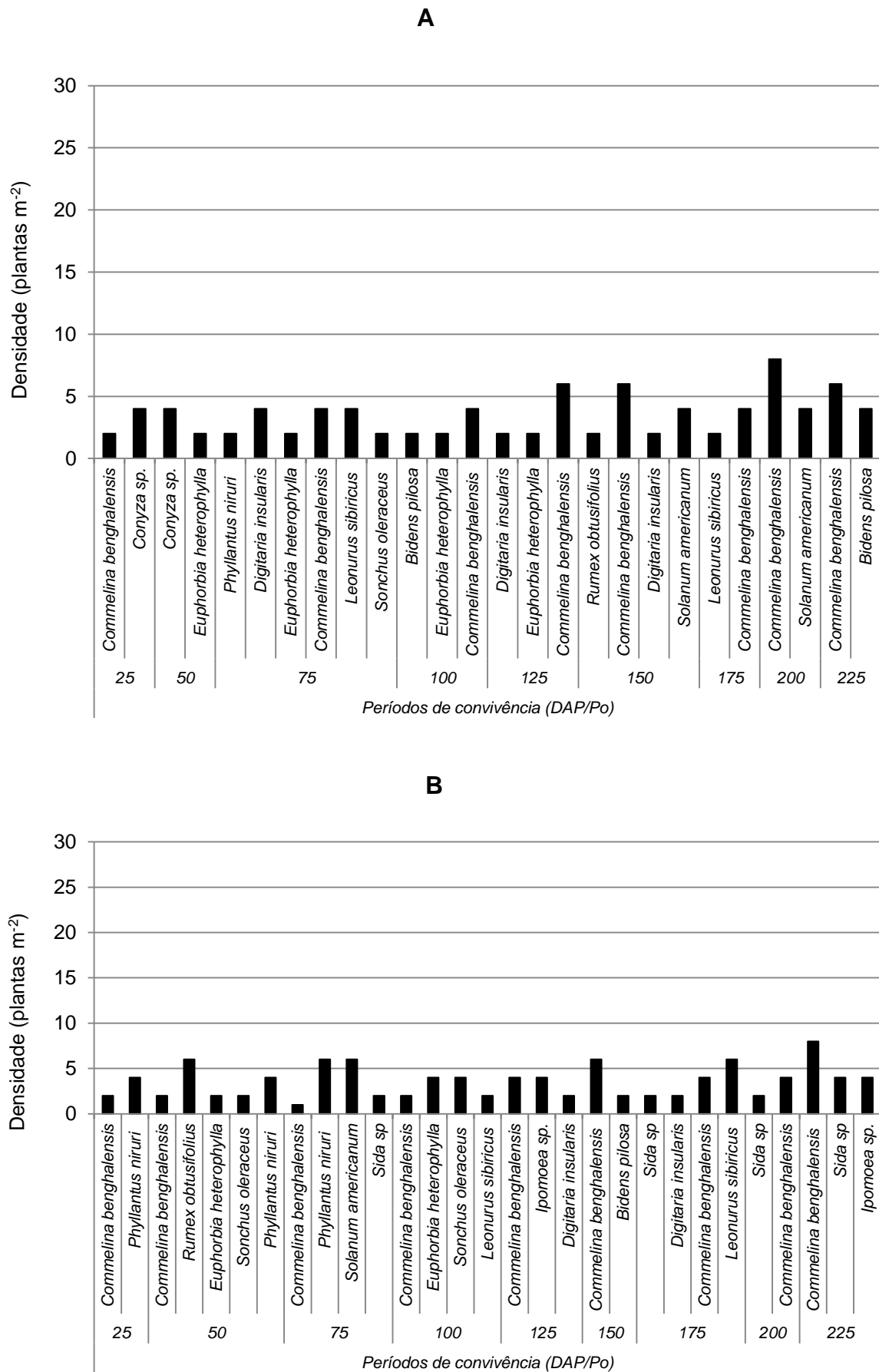


Figura 4- Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de preparo convencional (A) e plantio direto (B) no segundo ciclo da cultura da mandioca IAC 90. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

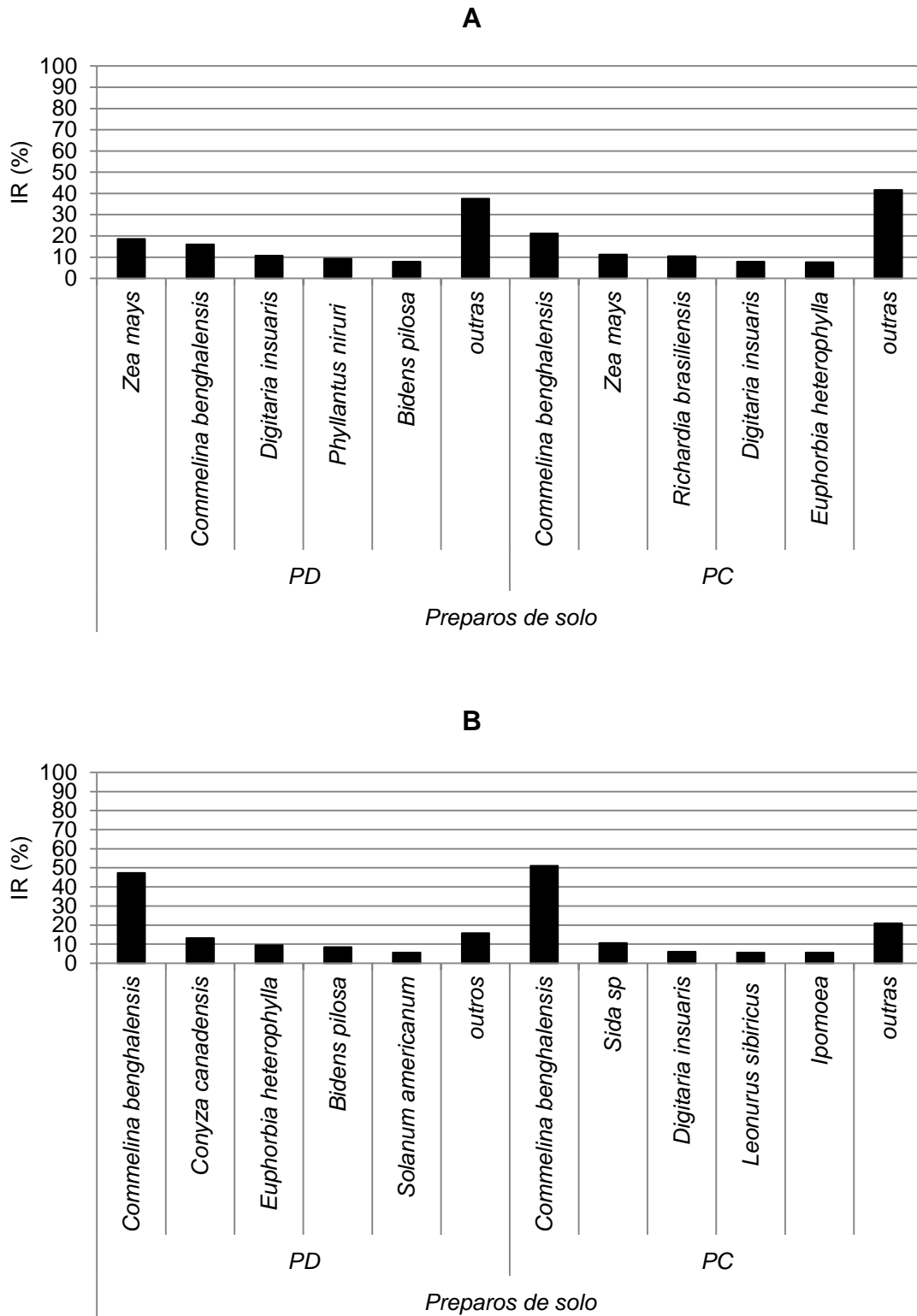


Figura 5- Índice de Importância Relativa (IR) das plantas daninhas presentes em cada sistema de preparo de solo no primeiro (A) e segundo ciclo (B) da cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

No segundo ciclo foi observado que a espécie *Commelina benghalensis* apresentou maior influência na comunidade infestante em ambos os sistemas de

preparo de solo. Na área experimental submetida ao sistema de preparo convencional de solo, onde o controle das plantas daninhas foi por meio de capina realizado no primeiro ciclo, a elevada ocorrência desta espécie pode estar relacionada ao alto risco de rebrota e aumento da população de plantas daninhas com habilidade de propagação vegetativa (LEMOS et al., 2012).

Referente ao sistema plantio direto, Rocha et al. (2000) constataram que esta foi a espécie de maior frequência, deste gênero, no estado do Paraná. A elevada ocorrência pode estar relacionada à resistência ao controle químico (MACIEL et al., 2011), realizado durante o primeiro ciclo, e habilidade de rebrota, que facilita sua persistência na área (CAMPOS et al., 2013).

O reconhecimento florístico em áreas agrícolas permite a determinação temporal e espacial da comunidade infestante, além de obter dados de densidade, frequência, abundância e índice de importância relativa das espécies presentes na área (ERASMO et al., 2004). Essas informações ajudam a determinar a intensidade de interferência causada pelas plantas daninhas e assim, auxiliar na tomada de decisão referente ao método de controle específico, eficiente, eficaz, e economicamente viável (GALON et al., 2011).

#### 4.2. Biometria

Para os dados de biometria das plantas no primeiro ciclo houve interação tripla entre os fatores preparo de solo, convivência ou não com a comunidade infestante e períodos de convivência para área foliar, massa seca de folhas e massa seca de caule das plantas de mandioca. Já para massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total, a interação ocorreu entre a convivência ou não e o período de convivência com as plantas daninhas (Tabela 8).

Com relação ao segundo ciclo também houve interação tripla entre os fatores preparo de solo, convivência e períodos de convivência para todas as variáveis mensuradas, exceto massa seca de folhas (Tabela 9).

Os maiores valores de área foliar foram observados aos 123 DAP e 135 DAP/Po, sendo que para o segundo ciclo o valor foi maior (Figura 6A e 6B). O destaque foi para as plantas sem convivência em comparação às plantas em convivência com as plantas daninhas e ambos os sistemas de preparo do solo, as



quais atingiram o maior incremento antecipadamente da área foliar o que acarretou em fechamento precoce do dossel, e auxiliou no controle das plantas daninhas. Tal fato também foi observado por Streck et al. (2014), os quais demonstraram que o maior índice de área foliar proporcionou benefícios no controle de plantas daninhas em mandioca, corroborando também com Peressin et al. (2010) que relataram eficiência no controle cultural de plantas daninhas por meio do fechamento da entrelinha.

Tabela 8- Resumo da ANAVA para área foliar, massa seca de folhas, caule, parte aérea, raízes e total de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência no primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM					
		Área foliar	MS folhas	MS caule	MS aérea	MS raiz	MS total
Bloco	3	704079,4 <sup>ns</sup>	1095,18 <sup>ns</sup>	3401,76 <sup>ns</sup>	3459,27 <sup>ns</sup>	32864,31 <sup>ns</sup>	33812,067 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	25870975 <sup>ns</sup>	3741,54 <sup>ns</sup>	13538,90 <sup>ns</sup>	31515,10 <sup>ns</sup>	86986,69 <sup>ns</sup>	5168,0065 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	25870975,2	3741,54	13538,90	31515,10	86986,69	5168,0065
Convivência (C)	1	20839934 <sup>ns</sup>	2392,79 <sup>ns</sup>	12310,63 <sup>ns</sup>	25558,25 <sup>ns</sup>	15,8934 <sup>ns</sup>	143945,40 <sup>ns</sup>
P x C	1	12067734 <sup>ns</sup>	6445,01 <sup>ns</sup>	5990,75 <sup>ns</sup>	24914,03 <sup>ns</sup>	35105,14 <sup>ns</sup>	13237,044 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	20839934	2392,79	12310,63	25558,25	15,8934	143945,40
Períodos (Pe)	9	97573508 <sup>ns</sup>	69674,79 <sup>ns</sup>	492200,6*	658865,5*	2184821*	5429458,6*
P x Pe	9	1206168*	940,38*	1497,04 <sup>ns</sup>	465,11 <sup>ns</sup>	7951,38 <sup>ns</sup>	8771,4569 <sup>ns</sup>
C x Pe	9	7131972*	37780,51*	73313,30*	55611,92*	84079,38*	299732,78*
P x C x Pe	8	3573784*	8894,84*	1,2528*	3927,32 <sup>ns</sup>	373,4429 <sup>ns</sup>	19742,707 <sup>ns</sup>
Erro 3	109	286237,68	1597,81	3281,28	4980,00	17032,78	32295,093
CV 1 (%)		140,56	57,05	75,88	68,13	82,68	11,09
CV 2 (%)		126,15	45,62	72,35	45,62	1,12	58,54
CV 3 (%)		14,78	37,28	37,35	37,28	36,59	27,73
Total	152						

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 9- Resumo da ANAVA para área foliar, massa seca de folhas, caule, parte aérea, raízes e massa seca total de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas, e períodos de interferência no segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM					
		Área foliar	MS folhas	MS caule	MS aérea	MS raiz	MS total
Bloco	3	1628810 <sup>ns</sup>	616,53 <sup>ns</sup>	1652,46 <sup>ns</sup>	3887,52 <sup>ns</sup>	2263456 <sup>ns</sup>	2393551 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	4814067 <sup>ns</sup>	47,42 <sup>ns</sup>	2617,16 <sup>ns</sup>	3369,18 <sup>ns</sup>	1558921 <sup>ns</sup>	1707235 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	4814067	47,42	2617,16	3369,18	1558921	1707235
Convivência (C)	1	81380482 <sup>ns</sup>	1473,17 <sup>ns</sup>	162105,2 <sup>ns</sup>	132671,4 <sup>ns</sup>	3769486 <sup>ns</sup>	5316517 <sup>ns</sup>
P x C	1	1093537 <sup>ns</sup>	508,14 <sup>ns</sup>	42342,2 <sup>ns</sup>	52127,45 <sup>ns</sup>	148206,1 <sup>ns</sup>	24542,72 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	81380482	1473,17	162105,2	132671,43	3769486	5316517,4
Períodos (Pe)	9	12303535 <sup>ns</sup>	78685,36*	709396,4 <sup>ns</sup>	1051026 <sup>ns</sup>	196824 <sup>ns</sup>	2118634*
P x Pe	9	4674350 <sup>ns</sup>	44,54 <sup>ns</sup>	5604,74 <sup>ns</sup>	6299,91 <sup>ns</sup>	12301,35 <sup>ns</sup>	27566,95*
C x Pe	9	8079338 <sup>ns</sup>	26636,04*	70026,99 <sup>ns</sup>	104745 <sup>ns</sup>	16472,03 <sup>ns</sup>	155610,0*
P x C x Pe	8	2229364*	254,34 <sup>ns</sup>	4247,61*	4820,31*	15271,14*	8523,57*
Erro 3	109	417999,60	855,08	60,44	763,44	2,9682	4,4200
CV 1 (%)		56,93	6,64	24,58	18,62	75,60	66,55
CV 2 (%)		234,07	37,03	193,48	116,84	117,56	117,45
CV 3 (%)		16,78	28,21	3,74	8,86	122,00	19,63
Total	152						

\* significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

No primeiro ciclo da cultura, a massa seca de folhas apresentou maior valor aos 128 DAP nas plantas sem convivência em ambos os sistemas de preparo de solo (Figura 6C). Já para as plantas em convivência com a comunidade infestante, o maior acúmulo de massa seca das folhas ocorreu aos 152 DAP em ambos os sistemas de preparo de solo (Figura 6C). Este comportamento tardio no acúmulo de massa seca das folhas pode estar relacionado à competição com as plantas daninhas, o que também foi observado por Silva et al. (2012). Segundo os autores a biomassa nas estruturas das plantas pode variar em função da convivência e o período da convivência entre a planta cultivada e a planta daninha.

No segundo ciclo da cultura, os valores de massa seca de folhas não diferiram com o sistema de preparo de solo utilizado (Figura 6D). Diferente do observado no primeiro ciclo da cultura, as plantas em convívio com a comunidade infestante foram as que apresentaram os maiores valores em comparação as plantas sem convivência. Porém, as plantas em convívio, apresentaram redução acentuada na

massa seca de folhas logo após 125 DAP/Po, o que pode estar relacionado ao início da senescência de folhas (PERESSIN et al., 2008; SILVA et al., 2009; FAGUNDES et al., 2010).

Para os valores de massa seca de caule, no primeiro ciclo, as plantas de mandioca em convivência com as plantas daninhas apresentaram valores maiores quando comparadas às plantas sem convívio (Figura 6E). Este menor desenvolvimento na massa seca de caule das plantas sem convivência pode estar relacionado ao fato destas plantas apresentarem maior massa seca de folhas, o que indica atraso na senescência e, conseqüentemente, seca das porções terminais da haste, o que reduz a massa seca de caule (PERESSIN et al., 1998).

No segundo ciclo houve interação estatística entre os preparos de solo, da convivência e do período de convivência com as plantas daninhas na massa seca de caule (Figura 6F). As plantas de mandioca sem convivência apresentaram maior acréscimo na massa seca de caule quando comparada as plantas sob convivência, com destaque para as plantas submetidas ao sistema plantio direto. O fato do sistema de preparo plantio direto apresentar os maiores incrementos tanto nas plantas sem convivência quanto nas plantas em convivência pode estar ligado aos benefícios da cobertura vegetal (palhada) na disponibilidade de recursos essenciais ao desenvolvimento das plantas de mandioca como, água e nutrientes (OTSUBO et al., 2008).

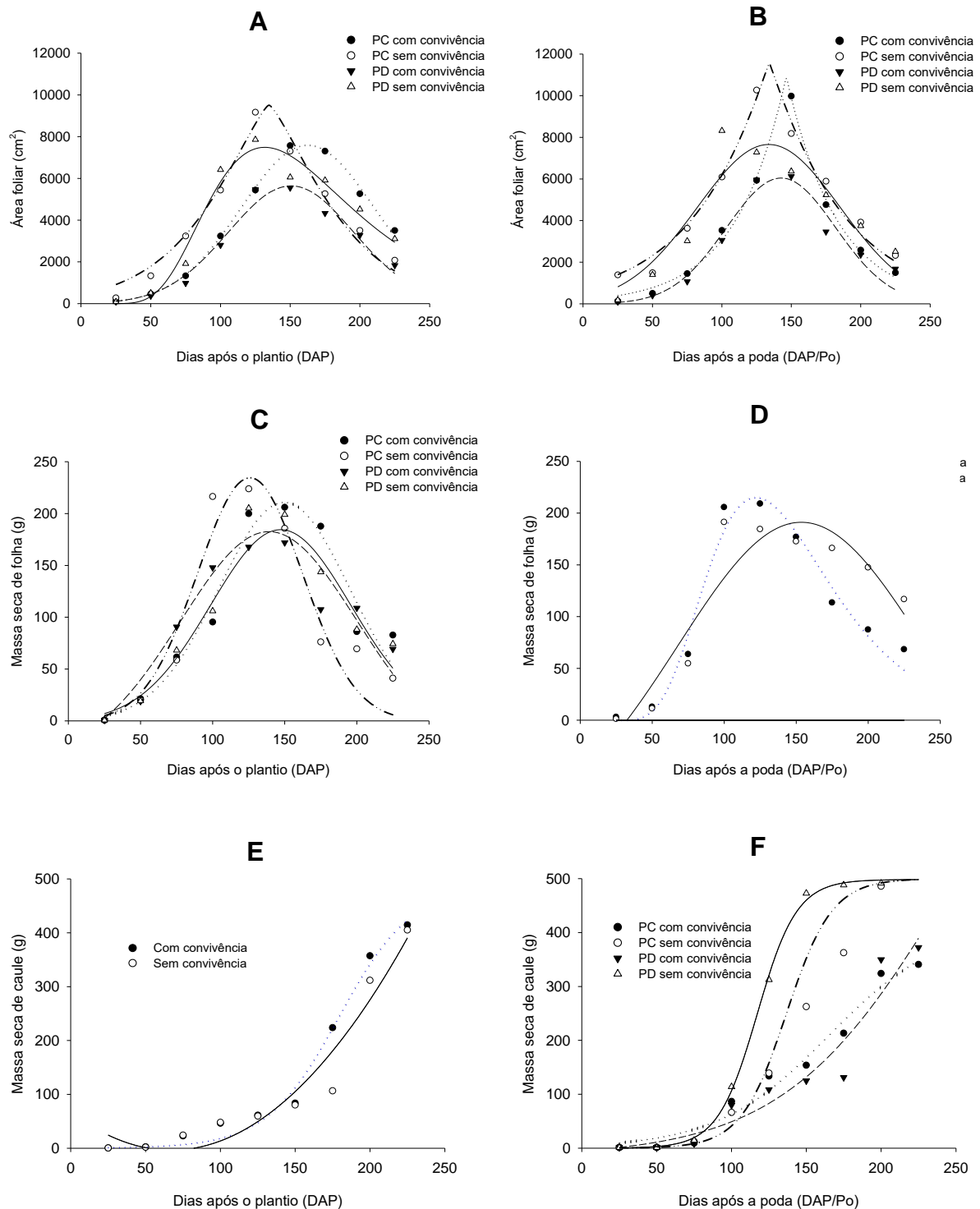


Figura 6- Valores médios de área foliar, massa seca de folhas e caule de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo com vencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Tabela 10- Equações de regressão para área foliar, massa seca de folhas e massa seca caule de plantas de mandioca em primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Variável	Preparo do solo	Convivência	Equação	R <sup>2</sup>
<b>1° ciclo</b>				
Área foliar (Figura 6A)	Preparo convencional	Com	$\hat{y}=7593,6047\exp[-0,5( x-162,5023 /47,6155)^2]$	0,99
		Sem	$\hat{y}=9520,6111\exp[-0,5( x-134,8456 /33,7166)^{1,3082}]$	0,96
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=5644,2168\exp[-0,5(x-150,5948)/44,967]^2]$	0,96
		Sem	$\hat{y}=(1065376,1655/x)\exp[-0,5(\ln x/153,503 /0,3906)^2]/x]$	0,96
Massa seca de folha (Figura 6B)	Preparo convencional	Com	$\hat{y}=210,8384\exp\{-0,5^*[(x-149,646)/45,4042]^2\}$	0,94
		Sem	$\hat{y}=234,5728\exp\{-0,5[(x-125,9092)/36,4477]^2\}$	0,90
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=-35,8105+218,3996\exp\{-0,5^*[(x-139,0389)/61,0942]^2\}$	0,89
		Sem	$\hat{y}=-0,8851+185,3666\exp\{-0,5[(x-147,1949)/48,663]^2\}$	0,96
Massa seca de caule (Figura 6C)	Preparo convencional/	Com	$\hat{y}=824,7331/\{1+\exp[-(x-224,4741)/34,19]\}$	0,96
	plantio direto	Sem	$\hat{y}=488,4123/\{1+\exp[-(x-179,3944)/24,3186]\}$	0,98
<b>2° ciclo</b>				
Área foliar (Figura 6D)	Preparo convencional	Com	$\hat{y}=10936,1866\exp[-0,5( x-146,3998 /18,2549)^1]$	0,99
		Sem	$\hat{y}=11596,4143\exp[-0,5( x-134,1892 /27,608)^{1,0488}]$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=6047,1196\exp[-0,5[(x-142,6718)/39,2585]^2]$	0,94
		Sem	$\hat{y}=7657,8762\exp[-0,5[(x-133,7756)/51,3717]^2]$	0,86
Massa seca de folha (Figura 6E)	Preparo convencional	Com	$\hat{y}=(27915,9127/x)\exp[-0,5[\ln(x/138,199)/0,354]^2]$	0,96
		Sem	$\hat{y}=-111,2936+302,4457\exp\{-0,5[(x-153,5087)/85,601]^2\}$	0,87
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=418,7143/\{1+\exp[-(x-165,1776)/37,6362]\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=500,1144/\{1+\exp[-(x-136,7963)/15,2745]\}$	0,99
Massa seca de caule (Figura 6F)	Preparo convencional/ plantio direto	Com	$\hat{y}=-15,8467+978,9812/[1+\exp[-(x-54,3953)/54,3953]]$	0,93
		Sem	$\hat{y}=498,3807/[1+\exp[-(x-117,2017)/13,2086]]$	0,99

Foi observado que os valores da massa seca da parte aérea para o primeiro da cultura houve interação dupla entre os fatores convivência e períodos de convivência com as plantas daninhas (Tabela 8). Já para o segundo ciclo houve interação tripla entre os fatores preparo de solo, convivência e períodos de convivência (Tabela 9).

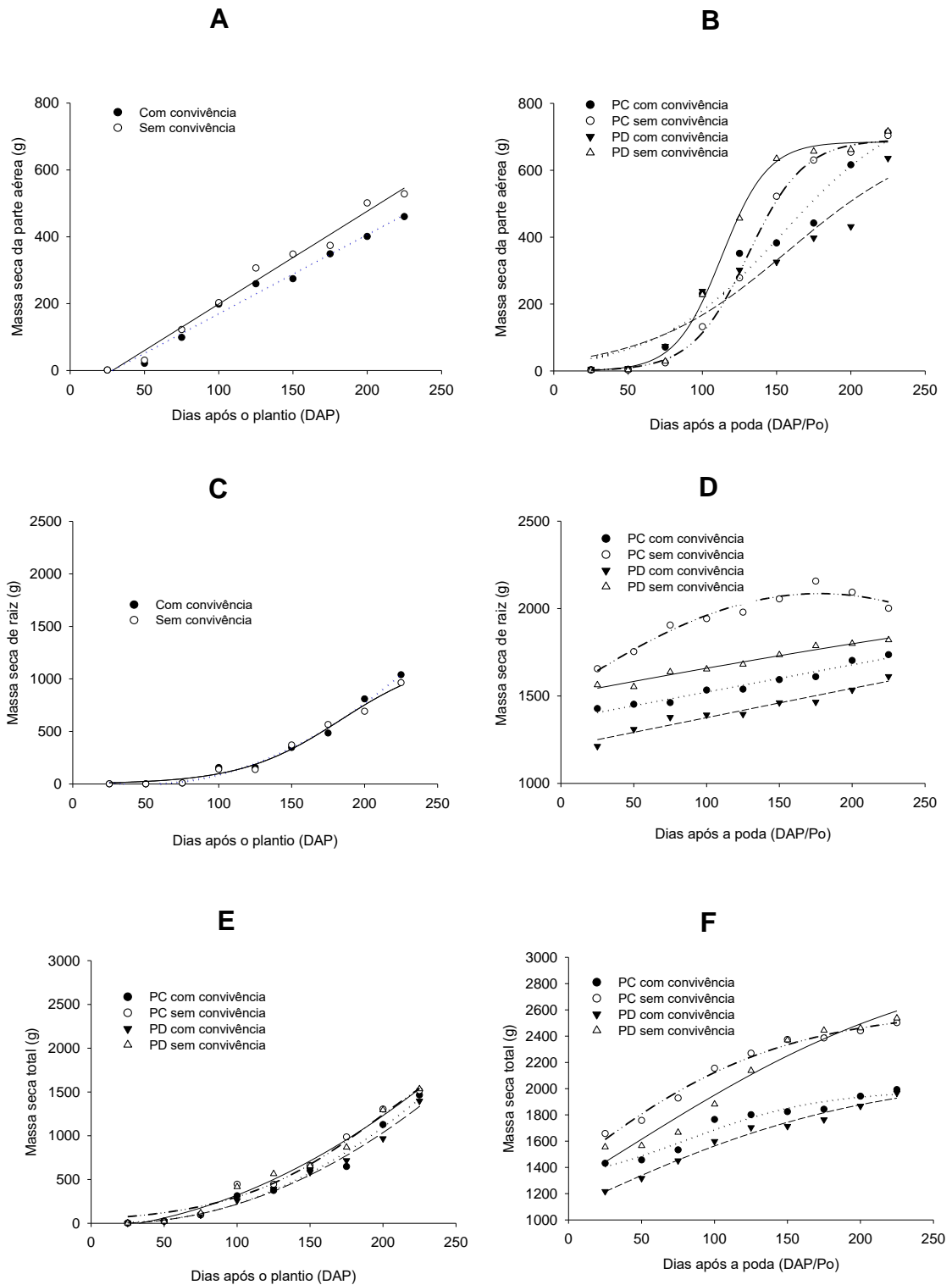


Figura 7- Valores médios de massa seca da parte aérea, de raiz e total de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Tabela 11- Equações de regressão para massa seca da parte aérea, massa seca de raiz e massa seca total de plantas de mandioca para primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Variável	Preparo do solo	Convivência	Equação	R <sup>2</sup>
<b>1° ciclo</b>				
Massa seca da parte aérea (Figura 7A)	Preparo convencional/ plantio direto	Com	$\hat{y} = -66,8522 + 2,3683x$	0,98
		Sem	$\hat{y} = -79,0812 + 2,779x$	0,98
Massa seca de raiz (Figura 7B)	Preparo convencional/ plantio direto	Com	$\hat{y} = 69,7436 - 3,1507x + 0,0332x^2$	0,99
		Sem	$\hat{y} = 1214,76 / \{1 + \exp[-(x - 183,3954) / 34,1917]\}$	0,98
Massa seca total (Figura 7C)	Preparo convencional	Com	$\hat{y} = 26,5546 - 1,4383x + 0,0340x^2$	0,97
		Sem	$\hat{y} = -75,3736 + 1,2302x + 0,0268x^2$	0,98
	Plantio direto	Com	$\hat{y} = 6,4539 - 0,9062x + 0,0303x^2$	0,99
		Sem	$\hat{y} = -72,0254 + 1,3696x + 0,0257x^2$	0,98
<b>2° ciclo</b>				
Massa seca da parte aérea (Figura 7D)	Preparo convencional	Com	$\hat{y} = 10936,1866 \exp[-0,5( x - 146,3998  / 18,2549)^1]$	0,99
		Sem	$\hat{y} = 11596,4143 \exp[-0,5( x - 134,1892  / 27,608)^{1,0488}]$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y} = 6047,1196 \exp\{-0,5[(x - 142,6718) / 39,2585]^2\}$	0,94
		Sem	$\hat{y} = 7657,8762 \exp\{-0,5[(x - 133,7756) / 51,3717]^2\}$	0,86
Massa seca de raiz (Figura 7E)	Preparo convencional	Com	$\hat{y} = (27915,9127/x) \exp\{-0,5[\ln(x/138,199) / 0,354]^2\}$	0,96
		Sem	$\hat{y} = -111,2936 + 302,4457 \exp\{-0,5[(x - 153,5087) / 85,601]^2\}$	0,87
	Plantio direto	Com	$\hat{y} = 418,7143 / \{1 + \exp[-(x - 165,1776) / 37,6362]\}$	0,97
		Sem	$\hat{y} = 500,1144 / \{1 + \exp[-(x - 136,7963) / 15,2745]\}$	0,99
Massa seca total (Figura 7F)	Preparo convencional/ plantio direto	Com	$\hat{y} = -15,8467 + 978,9812 / [1 + \exp[-(x - 54,3953) / 54,3953]]$	0,93
		Sem	$\hat{y} = 498,3807 / \{1 + \exp[-(x - 117,2017) / 13,2086]\}$	0,99

O incremento na massa seca da parte aérea apresentou ajuste linear para os períodos de avaliação no primeiro ciclo da cultura (Figura 7A). Porém, no segundo ciclo houve estagnação após 175 DAP/Po (Figura 7B), o que pode estar relacionado à senescência das folhas e seca dos ponteiros do caule, o que reduziu a massa seca da parte aérea (PERESSIN et al., 1998). O desenvolvimento da parte aérea da planta é fundamental já que esta diretamente ligada à capacidade de absorção de luz e fornecimento de fotoassimilados às raízes, além de ser importante para o sistema de produção da mandioca, pois fornece material para propagação, além da possibilidade de uso na alimentação animal (ALBUQUERQUE et al., 2008).

No primeiro ciclo, para as plantas de mandioca em convivência, o valor de massa seca de raiz foi 7,3% maior em relação às plantas em convivência com as plantas daninhas (Figura 6C), o que pode estar relacionado à competição por recursos como, nutrientes, água e luz (JOHANNIS; CONTIERO, 2006; ALBUQUERQUE et al., 2008; ALBUQUERQUE et al., 2012;).

Já no segundo ciclo da cultura houve interação tripla entre os fatores preparo de solo, convivência e período de convivência (Tabela 9). As plantas de mandioca sem o convívio apresentaram maior massa seca de raiz quando comparadas às plantas sob convívio das plantas daninhas (Figura 7D), destacando-se as plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional de solo. Porém, para as plantas de mandioca sob preparo convencional do solo e sem a convivência com as plantas houve redução na massa seca de raiz após 175 DAP/Po, fato este relacionado diretamente à extração de reservas, mobilizadas das raízes para a parte aérea, o que fica evidenciado com o acúmulo de massa seca das folhas nessas plantas.

Com relação à massa seca total das plantas de mandioca, tanto no primeiro quanto no segundo ciclo da cultura, foram observados incrementos em todos os tratamentos estabelecidos (Figura 7E-F).

Este acúmulo crescente e contínuo na massa seca total das plantas de mandioca indica a tolerância da cultura à competição com as plantas daninhas (SILVA et al., 2012) o que também ficou evidente para as plantas de segundo ciclo, porém a elevada habilidade competitiva já estabelecida no início do segundo ciclo pelas plantas de mandioca deve-se à cultura já estar implantada e com sistema radicular desenvolvido.

Portanto, o desenvolvimento adequado das estruturas da planta de mandioca pode conferir tolerância às diferentes condições de estresse, como a competição por recursos essenciais ao desenvolvimento com as plantas daninhas (SILVA et al., 2012). Geralmente, a interferência causada pelas plantas daninhas causa redução no porte da planta, massa e número de raiz e, teor de fécula, o que acarreta perdas na produtividade e rendimento da cultura.



#### 4.3. Teor nutricional das plantas de mandioca

Os teores de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de mandioca apresentaram interação tripla entre os fatores preparos de solo, convivência e períodos de interferência, tanto no primeiro ciclo como no segundo ciclo (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12- Resumo da ANAVA para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Bloco	3	49,356205 <sup>ns</sup>	0,021771 <sup>ns</sup>	27,103499 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	1408,078094 <sup>ns</sup>	1,092025 <sup>ns</sup>	49,878906 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	1408,078094	1,092025	49,878906
Convivência (C)	1	1491,983326 <sup>ns</sup>	0,009669 <sup>ns</sup>	711,244451 <sup>ns</sup>
P x C	1	12,931815 <sup>ns</sup>	0,626736 <sup>ns</sup>	28,935434 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	1491,983326	0,009669	711,244451
Períodos (Pe)	8	958,662059*	0,683308*	166,984067*
P x Pe	8	8,276417*	0,009559*	2,885211*
C x Pe	8	33,093412*	0,000460*	12,002890*
P x C x Pe	8	0,282726*	0,029308*	4,083301*
Erro 3	103	2,8059736	1,0618042	7,344187
CV 1 (%)		111,49	147,38	161,09
CV 2 (%)		114,77	13,87	42,66
CV 3 (%)		33,65	7,09	16,55
Total	143			

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 13- Resumo da ANAVA para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio de plantas de mandioca sem e com convivência, e períodos de interferência para o segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM		
		Nitrogênio	Fósforo	Potássio
Bloco	3	30,013955 <sup>ns</sup>	0,014757 <sup>ns</sup>	2,413919 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	856,835348 <sup>ns</sup>	0,921152 <sup>ns</sup>	2,695562 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	856,835348	0,921152	2,695562
Convivência (C)	1	907,410191 <sup>ns</sup>	0,329706 <sup>ns</sup>	331,017391 <sup>ns</sup>
P x C	1	7,868493 <sup>ns</sup>	0,028012 <sup>ns</sup>	6,072117 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	907,410191	0,329706	331,017391
Períodos (Pe)	8	583,130934*	0,461993*	29,781018*
P x Pe	8	5,034578*	0,012090*	1,666204*
C x Pe	8	20,163495*	0,017465*	2,065599*
P x C x Pe	8	0,170989*	0,004002*	1,814364*
Erro 3	103	1,7069989	1,2097987	3,235776
CV 1 (%)		111,54	164,95	127,66
CV 2 (%)		114,78	98,68	85,51
CV 3 (%)		26,24	58,18	19,20
Total	143			

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

Na Figura 8, estão demonstrados os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folhas de plantas mandioca com e sem convivência com a comunidade infestante e submetidas aos sistemas de preparo de solo convencional e plantio direto. Foram observadas variações nos teores de N, P e K em função da convivência com as plantas daninhas em ambos os ciclos da cultura.

No primeiro ciclo houve, para o preparo convencional, a redução de nitrogênio, fósforo e potássio foi de 19,82; 7,56 e 14,90%, já para o plantio direto foi de 19,84; 7,56 e 21,44%, respectivamente. No segundo ciclo, a redução de nitrogênio, fósforo e potássio para o preparo convencional foi de 19,84; 27,90 e 21,28% e, para o plantio direto foi de 19,84; 23,52 e 21,50%, respectivamente.

Sendo a mandioca uma planta com alta taxa de crescimento, o nitrogênio é importante em seu desenvolvimento, pois tem participação na assimilação de carbono e na formação de novos órgãos e tecidos (NUNES et al., 2016). Em ambos os ciclos e sistemas de preparo do solo, o maior acúmulo médio foi 19,84% e ocorreu aos 100 DAP e 100 DAP/Po para as plantas sem convivência com a comunidade infestante em comparação com as plantas em convivência.

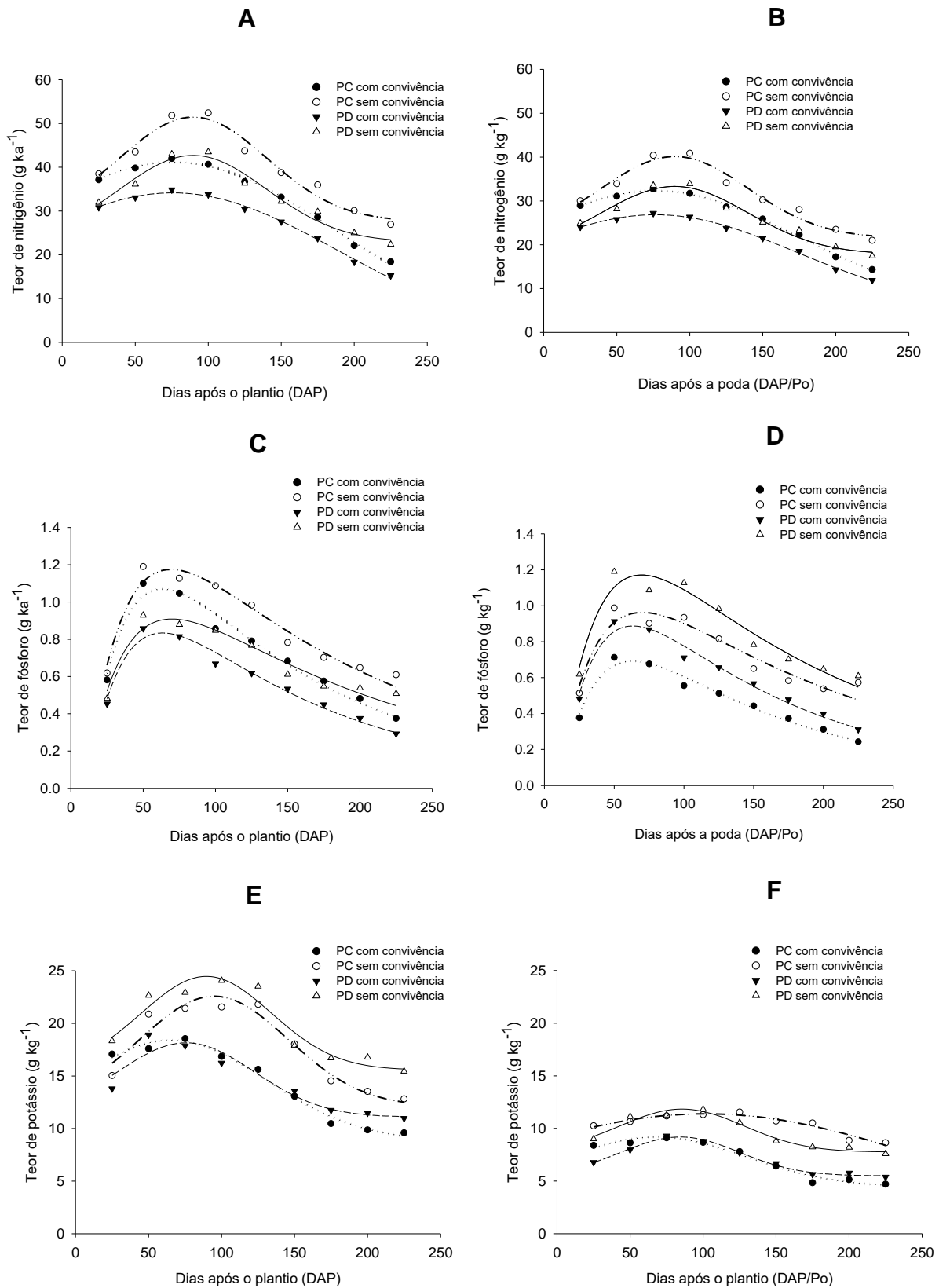


Figura 8- Valores médios para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Tabela 14- Equações de regressão para os teores de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de mandioca para o primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Variável	Preparo do solo	Convivência	Equação	R <sup>2</sup>
<b>1º ciclo</b>				
Nitrogênio (Figura 8A)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=41,1628\exp\{-0,5[(x-75,5538)/114,6842]^2\}$	0,99
		Sem	$\hat{y}=27,5802+23,8844\exp\{-0,5[(x-89,6327)/50,5987]^2\}$	0,96
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=34,1654\exp\{-0,5[(x-75,5468)/114,6904]^2\}$	0,99
		Sem	$\hat{y}=22,8965+19,8198\exp\{-0,5[(x-89,6348)/50,5689]^2\}$	0,96
Fósforo (Figura 8B)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=(100,031/x)*\exp\{-0,5[\ln(x/138,2615)/0,8843]^2\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=(127,5829/x)\exp\{-0,5[\ln(x/170,3952)/0,9493]^2\}$	0,95
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=(78,0117/x)*\exp\{-0,5[\ln(x/138,3384)/0,8847]^2\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=(102,2719/x)\exp\{-0,5*[\ln(x/181,2034)/0,9761]^2\}$	0,93
Potássio (Figura 8C)	Plantio convencional	Com		
		Sem	$\hat{y}=21,5062+18,6298\exp\{-0,5[(x-89,6413)/50,6120]^2\}$	0,96
	Plantio direto	Com		
		Sem	$\hat{y}=17,8468+15,4652\exp\{-0,5[(x-89,6456)/50,6041]^2\}$	0,96
<b>2º ciclo</b>				
Nitrogênio (Figura 8D)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=17,8468+15,4652\exp\{-0,5[(x-89,6456)/50,6041]^2\}$	0,96
		Sem	$\hat{y}=21,5062+18,6298\exp\{-0,5[(x-89,6413)/50,6120]^2\}$	0,96
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=5,0708+21,7702\exp\{-0,5[(x-76,3589)/96,8818]^2\}$	0,99
		Sem	$\hat{y}=17,8468+15,4652\exp\{-0,5[(x-89,6456)/50,6041]^2\}$	0,96
Fósforo (Figura 8E)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=(83,0231/x)\exp\{-0,5[\ln(x/138,2762)/0,8844]^2\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=(128,1006/x)\exp\{-0,5[\ln(x/172,0934)/0,9521]^2\}$	0,94
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=(64,7497/x)\exp\{-0,5[\ln(x/138,3384)/0,8847]^2\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=(109,2728/x)\exp\{-0,5[\ln(x/183,5791)/0,9809]^2\}$	0,90
Potássio (Figura 8F)	Plantio convencional	Com	$8,7843+9,6207\exp\{-0,5[(x-65,2085)/65,439]^2\}$	0,98
		Sem	$12,1039+10,4771\exp\{0,5[(x-94,7866)/51,0362]^2\}$	0,92
	Plantio direto	Com	$11,0899+7,0655\exp\{-0,5[(x-75,5944)/47,1271]^2\}$	0,90
		Sem	$15,5755+8,8877\exp\{-0,5[(x-89,61)/44,6068]^2\}$	0,94

Este comportamento pode estar diretamente ligado ao índice de área foliar e de massa seca de folhas das plantas de mandioca, as quais também obtiveram maiores incrementos entre os 100 DAP e 100DAP/Po e 125 DAP e 125 DAP/Po (Figura 6) e, por isso, aumentando a demanda por este nutriente.

O valor de N nas folhas de mandioca foram diferentes dos observados por Laviola et al. (2008) em folhas de pinhão-manso (*Euphorbiaceae*), o qual foi 40,07% inferior ao da mandioca. Valores reduzidos no acúmulo de nitrogênio pelas plantas de mandioca foram observados logo após o período de máximo acúmulo deste nutriente, o que pode estar relacionado à senescência das folhas (SILVA et al., 2014), essa queda pode causar reduções significativas na área foliar e taxa de assimilação líquida (TAL) (CRUZ et al. 2006) e, com isso, diminuir a habilidade competitiva das plantas de mandioca em relação às plantas daninhas.

Com relação ao teor de fósforo, foram observados aos 50 DAP incrementos de 7,56% nas plantas de mandioca sem a presença de plantas daninhas quando comparadas às plantas com a presença de plantas daninhas nos dois sistemas de preparo de solo (Figura 8C). No segundo ciclo, os maiores incrementos nos teores de fósforo foram observados aos 50 DAP/Po, sendo de 27,90 e 23,52% para o sistema de preparo convencional e plantio direto, respectivamente. Esses valores são menores que os observados por Santos et al. (2014) em avaliação de plantas de mandioca aos 120 dias após a emergência (DAE) em sistema convencional de preparo de solo, em que foram obtidos teores para fósforo 30% superiores aos encontrados nesta pesquisa, fato este devido a não realização da adubação de base na implantação deste experimento.

A queda nos teores de fósforo observada em ambos os preparos de solo e ciclos da cultura, logo após o período de máximo acúmulo, pode estar relacionada à sua disponibilidade no solo (TAKAHASHI, 2005), o que acarreta em baixa absorção e, conseqüentemente, redução no número de folhas, área foliar e massa seca de folhas, o que pode diminuir a habilidade competitiva da cultura da mandioca em relação às plantas daninhas (BIFFE et al., 2010).

Os teores de potássio apresentaram o mesmo comportamento do nitrogênio e fósforo, e os incrementos foram maiores nas folhas de mandioca sem convivência com a comunidade infestante, sendo que no primeiro ciclo os incrementos foram de 14,90 e 21,44% para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente. Já para o segundo ciclo, os incrementos foram de 21,28 e 21,50% para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente.

Assim, como para os teores de nitrogênio e fósforo, os maiores valores de potássio nas folhas de mandioca tiveram relação direta com os valores de área foliar e massa seca de folhas, fato semelhante ao observado por Silva et al. (2014), porém de micronutrientes, além disso, também foram observadas reduções nos teores de potássio logo após o maior acúmulo, o qual coincidiu com o maior acúmulo de massa seca total da planta.

Para todos os nutrientes avaliados foram observadas quedas nos teores simultâneos à senescência das folhas e ao incremento na massa seca de raiz, o que também foi observado por Silva et al. (2014) em mandioca, Fernandes et al. (2011) em cultivares de batata e Granjeiro et al. (2006) em beterraba. Isso indica que nas

culturas especializadas no acúmulo de reservas, os órgãos de reserva são drenos de carboidratos e nutrientes (TEKALIGN, HAMMES 2005).

Além disso, a absorção de nutrientes na planta também é influenciada pela disponibilidade no solo e, presença de plantas com habilidade de competição, o que reduz a disponibilidade de recursos, como água e ar (PITELLI, 1985). Sendo assim, o controle das plantas daninhas deve ser realizado com objetivo de aumentar a habilidade competitiva e beneficiar o desenvolvimento das plantas cultivadas.

#### 4.4. Análise de crescimento

Para todas as variáveis, exceto para razão de massa de raiz (RMR) no primeiro ciclo, foi observada interação entre os preparo de solo, convivência ou não com as plantas daninhas e, períodos de convivência, tanto no primeiro ciclo (Tabela 15), quanto no segundo (Tabela 16).

Tabela 15- Resumo da ANAVA para Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM				
		TCA	TCR	TAL	RAF	RMR
Bloco	3	0,75425 <sup>ns</sup>	0,002147 <sup>ns</sup>	0,000008 <sup>ns</sup>	100,0416 <sup>ns</sup>	0,014642 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	20,8688 <sup>ns</sup>	0,034268 <sup>ns</sup>	0,000009 <sup>ns</sup>	13750,97 <sup>ns</sup>	0,055936 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	20,86883	0,034268	0,000009	13750,974	0,055936
Convivência (C)	1	2,223 <sup>ns</sup>	0,016517 <sup>ns</sup>	0,000042 <sup>ns</sup>	9707,241 <sup>ns</sup>	0,014943 <sup>ns</sup>
P x C	1	5,01114 <sup>ns</sup>	0,021292 <sup>ns</sup>	0,000008 <sup>ns</sup>	6731,491 <sup>ns</sup>	0,000003 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	2,223006	0,016517	0,000042	9707,2413	0,014943
Períodos (Pe)	8	204,153*	0,224340*	0,000056*	32055,235*	1,229788*
P x Pe	8	17,4426*	0,034702*	0,000007*	7232,5315*	0,021209*
C x Pe	8	1,18621*	0,008247*	0,000021*	3312,7693*	0,002529 <sup>ns</sup>
P x C x Pe	8	1,66612*	0,010268*	0,000004*	5413,2213*	0,003261 <sup>ns</sup>
Erro 3	103	4,988363	0,001971	0,000049	2020,4897	0,003888
CV 1 (%)		142,66	20,79	125,49	12,88	58,52
CV 2 (%)		46,56	14,37	71,60	46,90	30,25
CV 3 (%)		54,06	49,67	23,67	28,40	15,43
Total	143					

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo

Tabela 16- Resumo da ANAVA para a Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para o segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM				
		TCA	TCR	TAL	RAF	RMR
Bloco	3	0,4291 <sup>ns</sup>	0,000086 <sup>ns</sup>	0,000012 <sup>ns</sup>	53,28465 <sup>ns</sup>	0,006714 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	41,879 <sup>ns</sup>	0,000611 <sup>ns</sup>	0,000006 <sup>ns</sup>	9939,235 <sup>ns</sup>	0,002051 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	41,879	0,000611	0,000006	9939,2359	0,002051
Convivência (C)	1	7,1895 <sup>ns</sup>	0,000222 <sup>ns</sup>	0,000014 <sup>ns</sup>	26541,60 <sup>ns</sup>	0,639507 <sup>ns</sup>
P x C	1	1,7543 <sup>ns</sup>	0,000180 <sup>ns</sup>	0,000022 <sup>ns</sup>	20284,79 <sup>ns</sup>	0,057460 <sup>ns</sup>
Erro 2	1	7,18950	0,000222	0,000014	26541,601	0,639507
Períodos (Pe)	8	162,06*	0,057363*	0,000016*	26546,680*	0,956612*
P x Pe	8	28,133*	0,000375*	0,000024*	5493,9613*	0,029774*
C x Pe	8	37,593*	0,001187*	0,000034*	2269,9406*	0,074192*
P x C x Pe	8	15,877*	0,001786*	0,000027*	772,44499*	0,026207*
Erro 3	103	41,8876	0,339199	0,000019	350,57446	0,59949
CV 1 (%)		44,54	61,47	12,65	10,27	9,06
CV 2 (%)		101,32	37,06	126,65	43,63	60,00
CV 3 (%)		26,44	1,12	40,39	47,41	49,97
Total	143					

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo

Na Figura 9 e 10, estão apresentados os componentes da análise de crescimento de plantas de mandioca sob sistema plantio direto e preparo convencional de solo, submetidas ou não à interferência da comunidade infestante.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) representa a velocidade média de crescimento, ou seja, o incremento de matéria seca entre duas amostragens (SILVA et al., 2000). No primeiro ciclo e segundo ciclo da cultura, as plantas sob convivência com a comunidade infestante apresentaram maiores incrementos em ambos os preparos de solo, sendo aos 100 DAP para o primeiro e, 75 DAP/Po para o segundo ciclo da cultura. Os resultados demonstraram elevada habilidade competitiva das plantas de mandioca, pois mesmo sob matointerferência houve TCA positiva para as plantas cultivadas.

A TCA negativa observada ao final de ambos os preparo de solo e ciclos da cultura representaram que as plantas produziam menos energia do consumiam, o que não promove o desenvolvimento de novos órgãos, mas sim o consumo das reservas (OLIVEIRA; FIORINE, 2006), este fato pode estar relacionado às

tendências de quedas na massa seca da parte aérea observada nas plantas de mandioca ao final dos ciclos em ambos os sistemas de preparo (Figura 7A-B).

Já a taxa de crescimento relativo (TCR) demonstrou o incremento de matéria seca sob forma de logaritmo natural, para buscar corrigir as variações ocorridas durante o período das amostragens e prospectar tendências de crescimento. Essa variação decorre longo do ciclo da cultura da mandioca, pois depende da área foliar ou a razão de área foliar (RAF), o que acarreta variações também na alocação de fotoassimilados e no desenvolvimento das estruturas vegetativas. A maior queda na TCR foi observada entre os 25 e 50 DAP no primeiro ciclo para as plantas sem convívio com a comunidade infestante e sob sistema de preparo convencional, já para o segundo ano foi entre 25 e 50 DAP/Po para as plantas sem convívio com a comunidade infestante e sob sistema plantio direto.

A redução na TCR pode estar ligada ao crescimento e desenvolvimento da planta, resultando em maior alocação de fotoassimilados para manutenção das estruturas da planta, as quais foram maiores nas plantas sem convivência com a comunidade infestante (Figura 6 e 7) (FREITAS et al., 2006).

A TAL representa o incremento de massa seca por área foliar, ou seja, demonstra a capacidade da planta em aumentar sua biomassa em razão da superfície assimilatória em determinado tempo (VIDAL; TREZZI, 2000). A TAL está relacionada com a eficiência fotossintética da planta, a qual depende de fatores ambientais, como a radiação solar (MAGALHÃES, 1985).

Os maiores incrementos na TAL em ambos os ciclos da cultura, foram nas plantas em convivência com a comunidade infestante (Figura 9E-F), esse fato pode estar relacionado ao estiolamento da planta de mandioca em resposta a competição por luz com as plantas daninhas, o que acarretou maior massa seca de caule e, proporcionou menor área foliar, em relação as plantas sem convivência (Figura 6A e 6E).

Os valores da TAL apresentaram interação tripla entre os fatores preparo do solo, convivência e períodos, o que ficou evidente na Figura 9F através do comportamento observado nas plantas de mandioca em convivência com a comunidade infestante, o que pode indicar estresse causado pela presença das plantas daninhas na área, as quais apresentaram maior densidade no sistema de preparo convencional do solo (Figura 4).



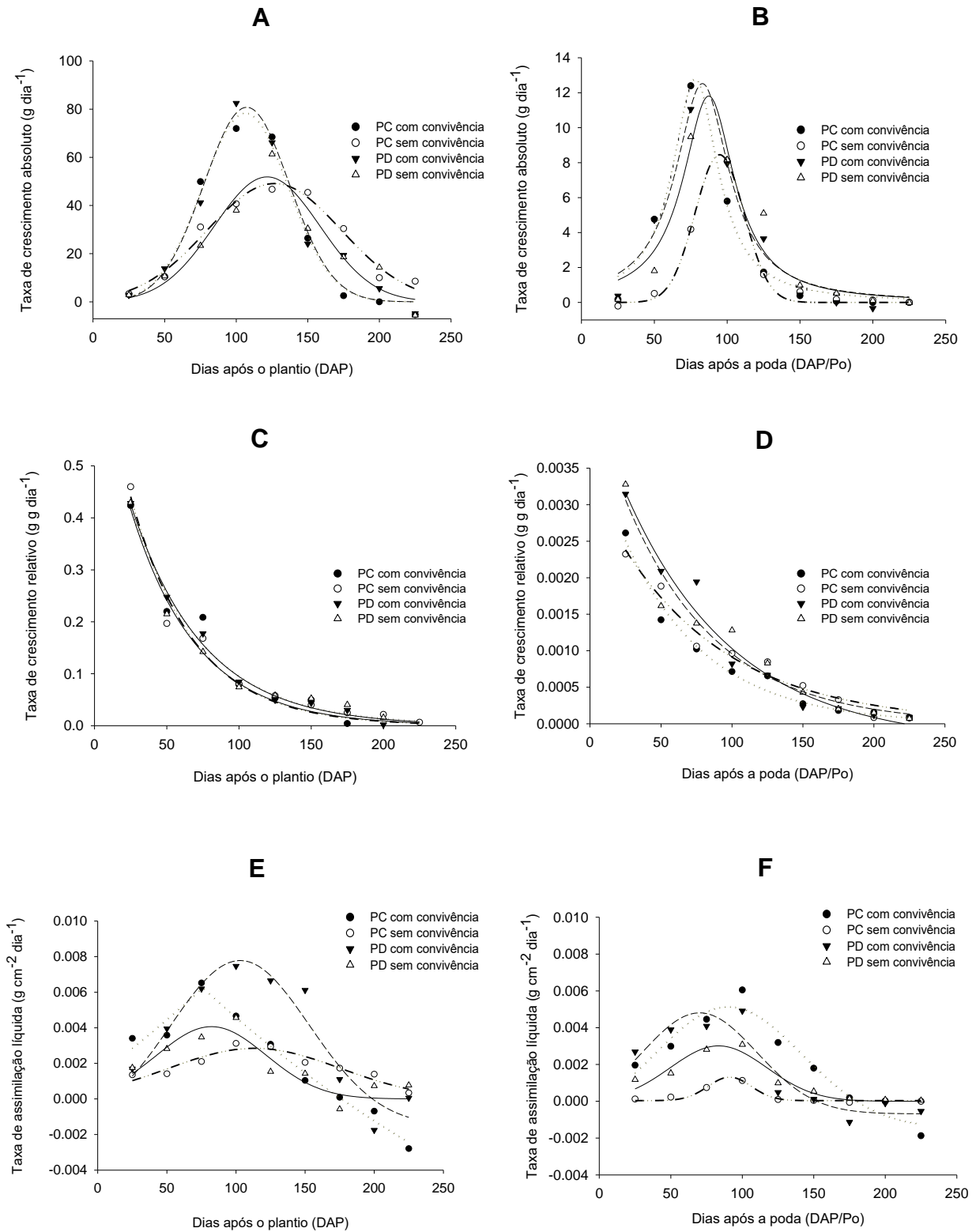


Figura 9- Valores médios de Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR) e Taxa de assimilação líquida (TAL) em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C e E) e segundo ciclo (B, D e F). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

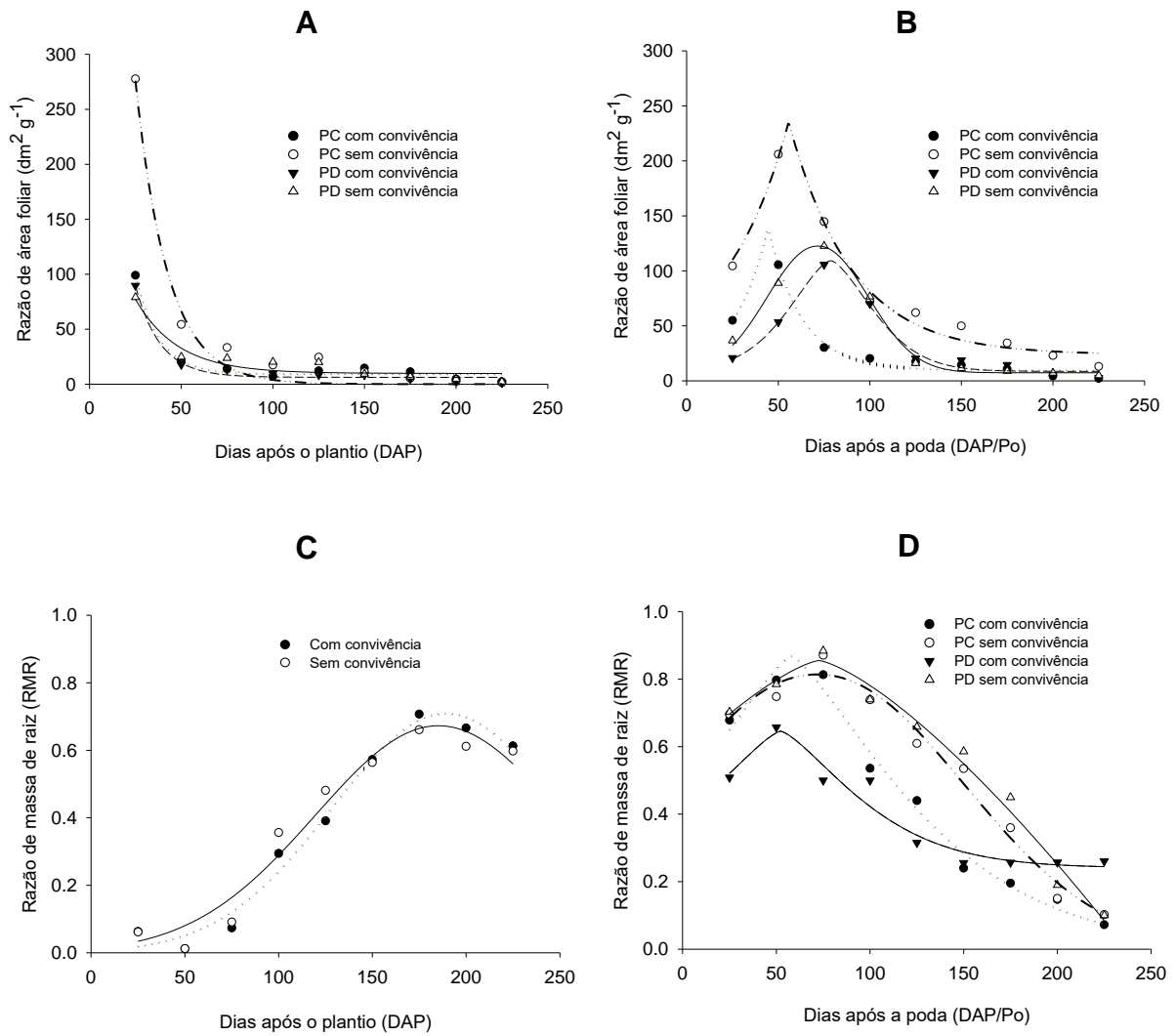


Figura 10- Valores médios de Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A e C) e segundo ciclo (B e D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

A maior TAL nas plantas em convivência não indica elevada eficiência quando comparadas às plantas sem convivência, uma vez que não apresentaram maiores rendimentos de produção de raiz (Figura 9A).

Tabela 17- Equações de regressão para Taxa de crescimento absoluto (TCA), Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Razão de área foliar (RAF) e Razão de massa de raiz (RMR) de plantas de mandioca para primeiro e segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Variável	Preparo do solo	Convivência	Equação	R <sup>2</sup>
<b>1º ciclo</b>				
TCA (Figura 9A)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=78,3349\exp\{-0,5[(x-106,3945)/30,0919]^2\}$	0,98
		Sem	$\hat{y}=49,1292\exp\{-0,5[(x-126,5992)/46,7966]^2\}$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=51,8826\exp\{-0,5[(x-121,5897)/36,9274]^2\}$	0,89
		Sem	$\hat{y}=80,7824\exp\{-0,5[(x-107,3029)/29,8333]^2\}$	0,96
TCR (Figura 9B)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=0,6836\exp(-0,0197x)$	0,96
		Sem	$\hat{y}=0,7775\exp(-0,0227x)$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=0,7051\exp(-0,0201x)$	0,99
		Sem	$\hat{y}=0,7185\exp(-0,0218x)$	0,98
TAL (Figura 9C)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=-0,0186+0,0249\exp\{-0,5[(x-75,9073)/173,3528]^1\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=0,0029\exp\{-0,5[(x-113,3141)/61,7938]^2\}$	0,88
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=-0,0015+0,0093\exp\{-0,5[(x-102,9757)/50,4356]^2\}$	0,91
		Sem	$\hat{y}=0,0041\exp\{-0,5[(x-82,2327)/39,4944]^2\}$	0,81
RAF (Figura 10A)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=9,0536+650,9012\exp(-0,0792x)$	0,98
		Sem	$\hat{y}=1144,8537\exp(-0,0569x)$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=6,2479+523,573\exp(-0,0736x)$	0,98
		Sem	$\hat{y}=9,7779+198,2253\exp(-0,0431x)$	0,92
RPR (Figura 10B)	Plantio convencional/ direto	Com	$\hat{y}=0,7086\exp\{-0,5[(x-189,319)/60,7475]^2\}$	0,98
		Sem	$\hat{y}=0,6729\exp\{-0,5[(x-185,2063)/65,5458]^2\}$	0,96
<b>2º ciclo</b>				
TCA (Figura 9D)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=12,7973/1+[(x-78,0207)/19,2155]^2$	0,98
		Sem	$\hat{y}=12,6005/1+[(x-91,4751)/11,4494]^2$	0,99
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=12,5259/1+[(x-82,9675)/22,5963]^2$	0,96
		Sem	$\hat{y}=9,8341\exp\{-0,5[(x-91,1514)/26,5425]^2\}$	0,95
TCR (Figura 9E)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=0,0039\exp(-0,0172x)$	0,98
		Sem	$\hat{y}=0,0033\exp(-0,0128x)$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=-0,0003+0,0048\exp(-0,013x)$	0,97
		Sem	$\hat{y}=0,0045\exp(-0,0156x)$	0,95
TAL (Figura 9F)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=-0,0015+0,0066\exp\{-0,5[(x-90,1485)/51,8935]^2\}$	0,93
		Sem	$\hat{y}=0,00035975+0,0013\exp\{-0,5[(x-91,1148)/15,1695]^2\}$	0,96
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=-0,0007+0,0055\exp\{-0,5[(x-70,1068)/40,2170]^2\}$	0,89
		Sem	$\hat{y}=0,0030\exp\{-0,5[(x-83,4053)/33,7232]^2\}$	0,92
RAF (Figura 10C)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=9,5287+129,8579\exp\{-0,5[(x-44,3304)/9,1886]^1\}$	0,97
		Sem	$\hat{y}=23,6192+212,0149\exp\{-0,5[(x-55,6626)/17,0701]^1\}$	0,98
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=8,6133+100,6095\exp\{-0,5[(x-78,4833)/20,8644]^{1,5687}\}$	0,98
		Sem	$\hat{y}=7,2931+115,2084\exp\{-0,5[(x-71,6056)/27,26]^{2,0926}\}$	0,99
RMR (Figura 10D)	Plantio convencional	Com	$\hat{y}=0,8688\exp\{-0,5[(x-58,0055)/49,8083]^{1,317}\}$	0,98
		Sem	$\hat{y}=0,8139\exp\{-0,5[(x-71,7709)/77,7537]^{2,0894}\}$	0,97
	Plantio direto	Com	$\hat{y}=0,241+0,405\exp\{-0,5[(x-52,27)/33,939]^{1,3817}\}$	0,94
		Sem	$\hat{y}=-1014,33+1015,19\exp\{-0,5[(x-72,71)/17707,84]^{1,364}\}$	0,98

A RAF representa a relação entre a área foliar e a massa seca total da planta. Esta razão declina ao decorrer do ciclo devido ao autossombreamento e diminuição da área foliar fotossinteticamente ativa (COSTA et al., 2014). Os valores da RAF apresentaram queda acentuada até os 25 DAP para ambos os sistemas de preparo de solo nas condições sem e com convivência com as plantas daninhas (Figura 10A).

Para as plantas de mandioca sem a presença de plantas daninhas, os valores da RAF foram maiores quando comparados às plantas em convivência com as plantas daninhas (Figura 10A-B). Geralmente, a RAF diminui com o decorrer do ciclo da cultura devido às variações na relação fonte/dreno (RODRIGUES et al., 2008), esta queda na RAF deve-se à maturidade da planta pode estar relacionada com a RMR.

A razão de massa de raiz (RMR) é crescente com o crescimento e desenvolvimento da cultura no primeiro ciclo (Figura 10C). No segundo ciclo, houve um acréscimo maior no período compreendido entre os 75 e 100 DAP/Po nos dois sistemas de preparo de solo nas plantas de mandioca sem e com convivência.

A RMR expressa a fração de biomassa seca não exportada das raízes para outras partes da planta (BENINCASA, 2003). O aumento da RMR indica que a proporção de biomassa seca retida nas raízes e aquela exportada para as demais partes aumentaram com a diminuição da radiação solar.

#### 4.5. Produção de raiz e fécula e períodos de interferência das plantas daninhas

Para o primeiro ciclo da cultura a produção de raiz ( $t\ ha^{-1}$ ) e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) houve interação dupla entre os fatores preparo de solo e períodos de convivência com as plantas daninhas (Tabela 18). Já para o segundo ciclo, houve interação dupla apenas para produção de raiz, o qual não foi observado para a produção de fécula (Tabela 19).

Tabela 18- Resumo da ANAVA para a produção de raízes e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM	
		Raiz ( $t\ ha^{-1}$ )	Fécula ( $t\ ha^{-1}$ )
Bloco	3	0,5060 <sup>ns</sup>	0,0134 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	0,0525 <sup>ns</sup>	0,0273 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	0,0525	0,0273
Períodos (Pe)	9	43,503*	10,5975*
P x Pe	9	1,2865*	0,16010*
Erro 2	56	0,2607	0,02304
CV 1 (%)		2,52	7,29
CV 2 (%)		5,61	6,68
Total	79		

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

Tabela 19- Resumo da ANAVA para a produção de raízes e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de plantas de mandioca em diferentes sistemas de preparo de solo e períodos de convivência para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Fontes de variação	GL	QM	
		Raiz ( $t\ ha^{-1}$ )	Fécula ( $t\ ha^{-1}$ )
Bloco	3	31,9504 <sup>ns</sup>	2,9954 <sup>ns</sup>
Preparo (P)	1	4,76668 <sup>ns</sup>	1,1045 <sup>ns</sup>
Erro 1	1	4,76668	1,1045
Períodos (Pe)	9	469,7022*	114,1226*
P x Pe	9	8,3337*	0,8192 <sup>ns</sup>
Erro 2	56	0,7429	0,4196
CV 1 (%)		9,46	14,44
CV 2 (%)		3,73	8,90
Total	79		

\*significância ( $p \leq 0,05$ ), <sup>ns</sup> não significativo.

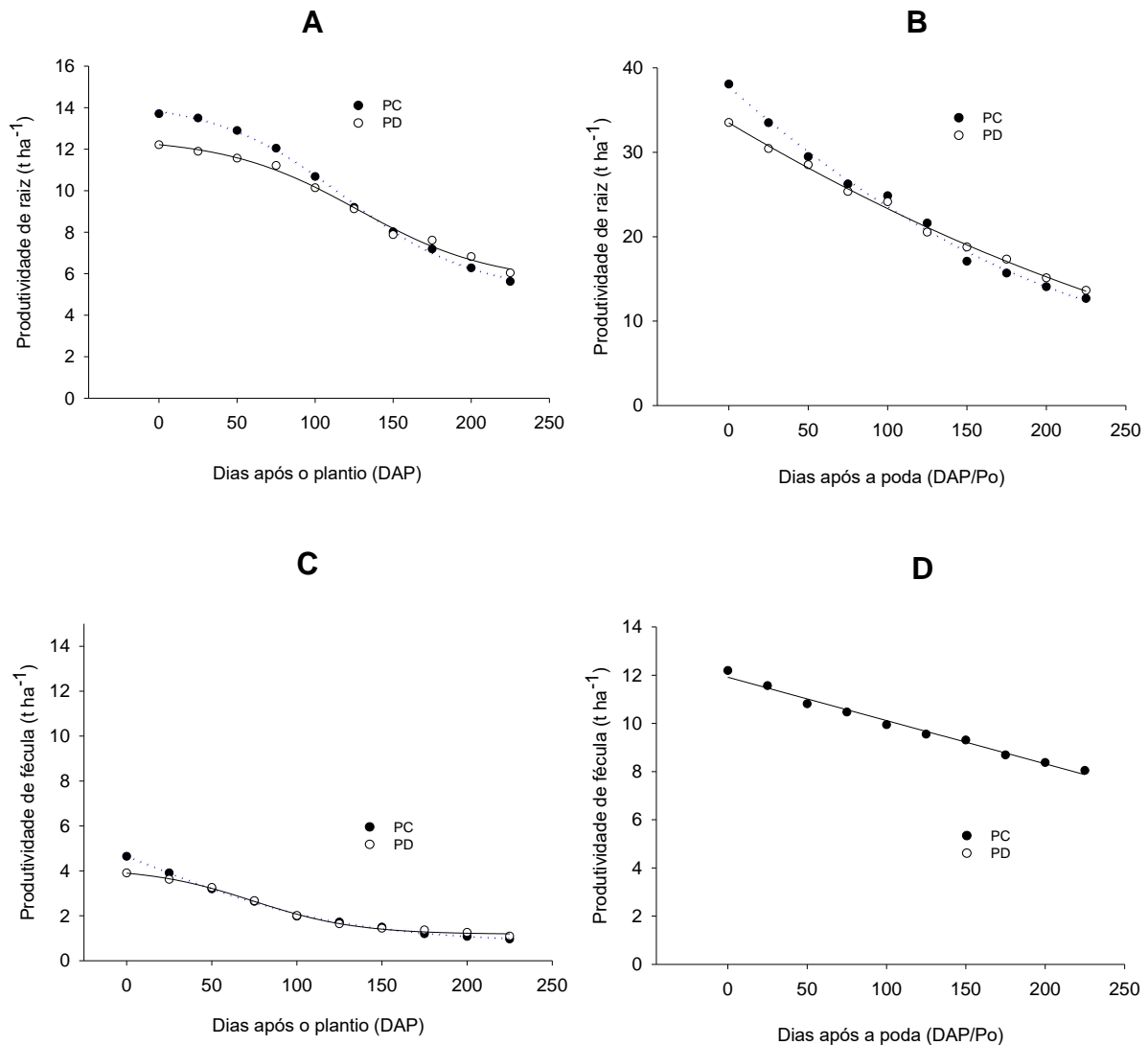


Figura 11- Produtividade de raízes ( $t\ ha^{-1}$ ) e fécula ( $t\ ha^{-1}$ ) de mandioca sem e com convívio com as plantas daninhas em preparo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A e B) e segundo ciclo (C e D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

A convivência com as plantas daninhas ocasionou perdas na produtividade de raiz e, conseqüentemente, de fécula em ambos os sistemas de preparo de solo e ciclos da cultura (Figura 11). Comportamento semelhante foi observado por Biffe et al. (2010) e Albuquerque et al. (2012) que observaram que a convivência com as plantas daninhas no primeiro ciclo da mandioca 'Fécula Branca' e 'Cacauzinha' causou perdas nos rendimentos de raiz e fécula.

A produtividade de raiz no primeiro ciclo, para as plantas de mandioca sem convivência com as plantas daninhas, foi de  $13,7\ t\ ha^{-1}$  no sistema de preparo de

solo convencional e, 12,21 t ha<sup>-1</sup> no plantio direto (Figura 11A). Já para o segundo ciclo, a produtividade das plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional foi de 38,07 t ha<sup>-1</sup>, enquanto no sistema plantio direto foi de 33,53 t ha<sup>-1</sup> (Figura 11B). O mesmo resultado foi observado para a produtividade de fécula, exceto para o segundo ciclo da cultura, a qual foi de 4,64 t ha<sup>-1</sup> para as plantas sob sistema de preparo convencional e 3,9 t ha<sup>-1</sup> para plantio direto (Figura 11D).

Esta superioridade pode estar relacionada ao fato do sistema de preparo de solo convencional, por meio do revolvimento das camadas superficiais do solo, permitir incorporar corretivos, fertilizantes e resíduos vegetais, aumentar a porosidade total e a capacidade de percolação e armazenamento de ar, favorecendo o desenvolvimento de raízes (GABRIEL FILHO et al., 2000). Esses resultados corroboram com Tormena et al. (2004), que consideram as raízes tuberosas sensíveis à compactação do solo devido à menor difusão de oxigênio e elevada resistência à penetração. De forma contrária Pequeno et al. (2007), mencionaram que o sistema plantio direto propicia maior produtividade quando comparado ao sistema de preparo de solo convencional, mas existem poucas pesquisas relatando os efeitos dos sistemas de preparo de solo sobre a produtividade da mandioca, principalmente na região Oeste do Paraná, corroborando com um dos objetivos da presente pesquisa.

As produtividades de raiz e fécula, nas plantas de mandioca sem convivência, foram inferiores às atingidas por Carvalho et al. (2004), Johanns e Contiero (2006) e Albuquerque et al. (2008), os quais apresentaram produtividade de raiz de 30; 34,14 e 17,56 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses resultados indicam a matointerferência, o que altera a disponibilidade de recursos, como nutrientes, o que foi observado para nitrogênio, fósforo e potássio, que alteraram o rendimento de raiz e fécula das plantas de mandioca (Figura 12 e 13).

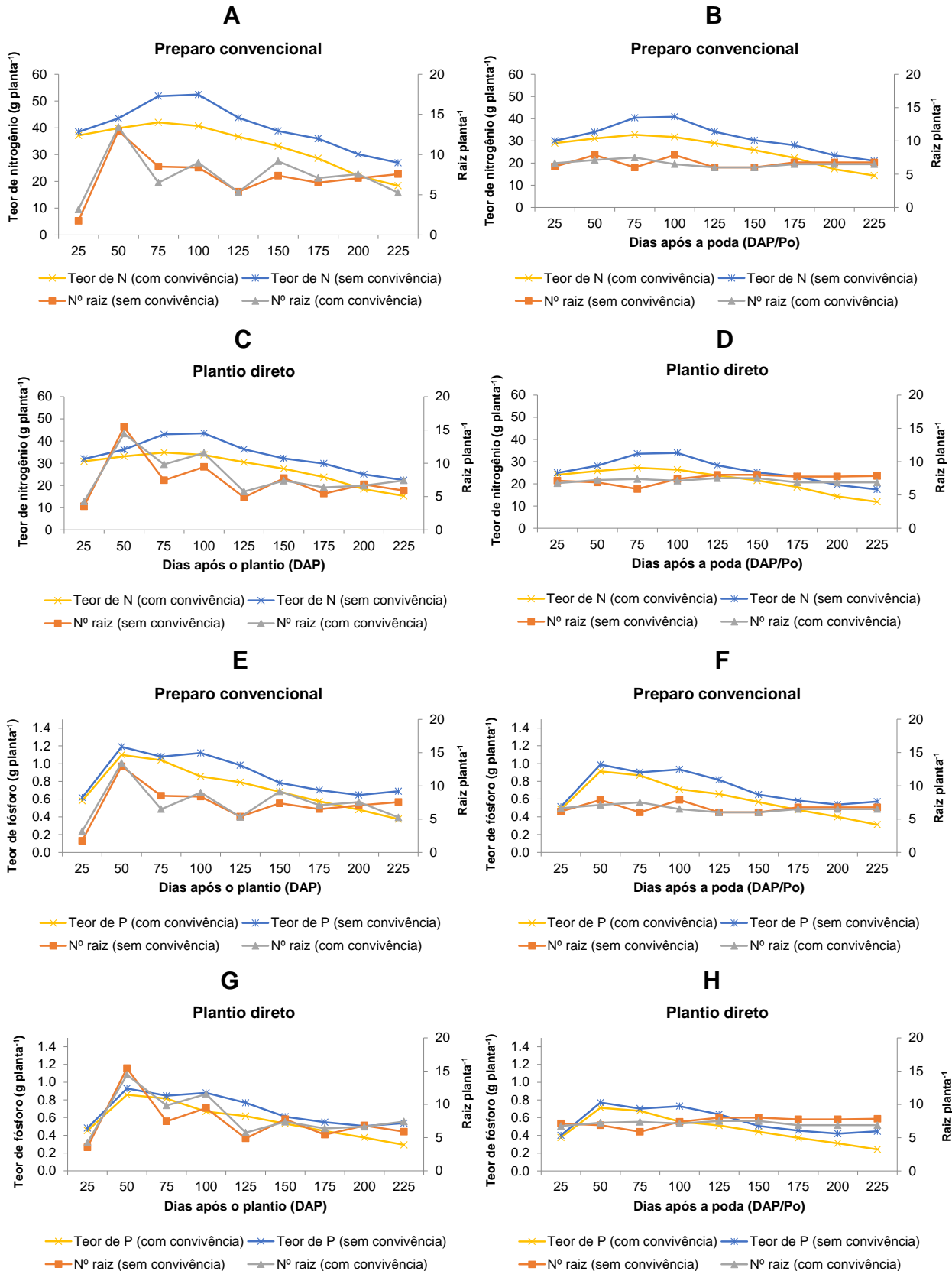


Figura 12- Efeito do número de raízes no teor de nitrogênio e fósforo em folhas de plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A, C, E e G) e segundo ciclo (B, D, F e H). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.



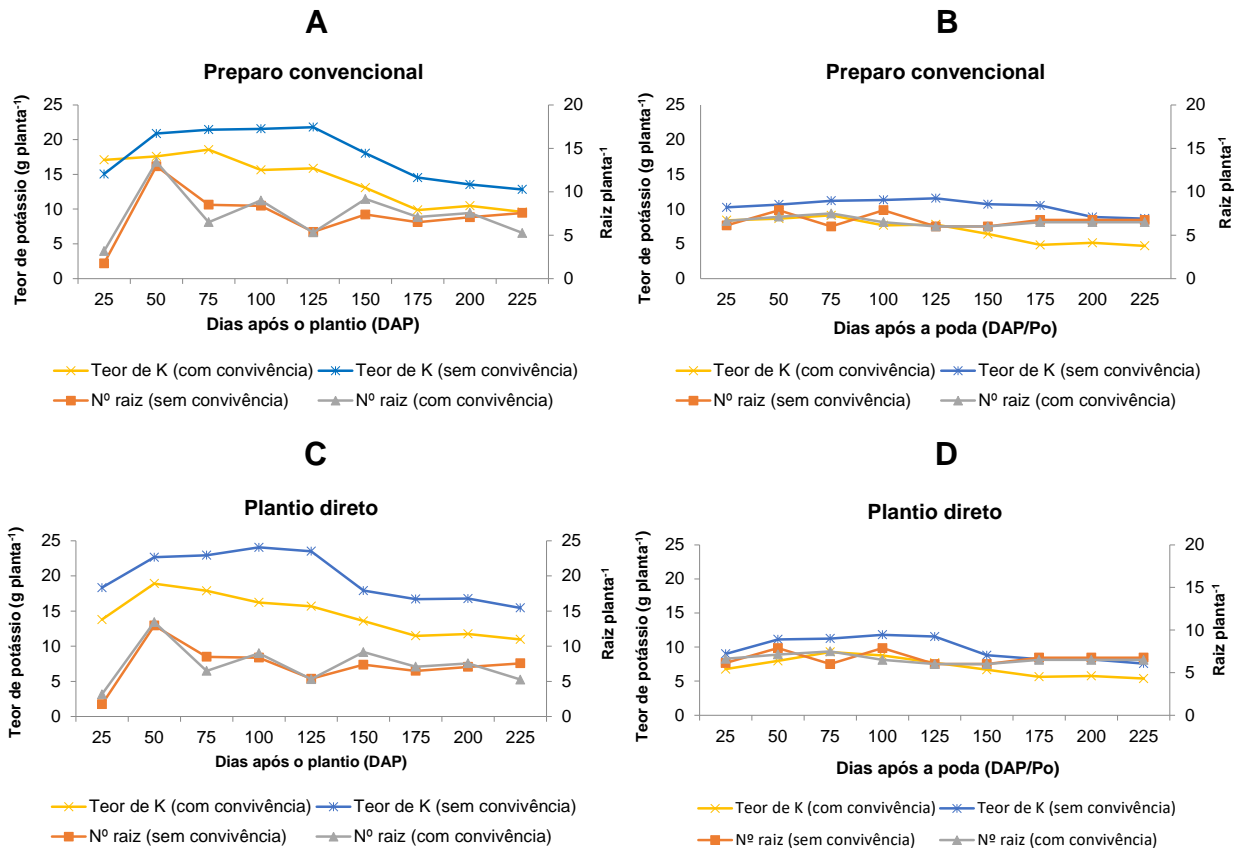


Figura 13- Efeito do número de raízes no teor de potássio em plantas de mandioca sem e com convivência com as plantas daninhas em preparo de solo convencional (PC) e plantio direto (PD). Primeiro ciclo (A e C) e segundo ciclo (B e D). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

De acordo com os resultados para produção de raízes no primeiro ciclo, aceitando como perda a DMS ( $p < 0,05$ ), para a cultura da mandioca 'IAC 90' um período anterior à interferência (PAI) de 30 dias após o plantio (PAI = 30 DAP) em sistema de preparo convencional e 41 dias após o plantio (PAI = 41 DAP) em sistema plantio direto (Tabela 20).

O PAI obtido para raízes de 30 DAP divergiu dos resultados obtidos por Carvalho et al. (2004) (20 DAP), Albuquerque et al. (2008; 2012) (25 DAP) e Biffe et al. (2010) (18 DAP), utilizando as variedades 'Cacauzinha' e 'Fécua Branca'. Esse fato pode ser atribuído as diferenças edafoclimáticas, domínio e composição das plantas daninhas presentes na área, cultivar e espaçamento da cultura, entre outros fatores. Valores obtidos por Johanns e Contiero (2006), na mesma região de estudo da presente pesquisa, determinaram um PAI de 60 DAP para variedade de mandioca 'Fécua Branca'.

Já para o segundo ciclo, de acordo com os resultados para produção de raízes, aceitando perdas por meio da DMS ( $p < 0,05$ ), a cultura da mandioca 'IAC 90' pode

permanecer em convivência com as plantas daninhas por 14 dias após a poda (PAI = 14 DAP/Po) em plantio convencional e 18 dias após a poda (PAI = 18 DAP/Po) em plantio direto (Tabela 21).

Os valores determinados para o segundo ciclo divergiram daqueles obtidos para o primeiro ciclo da cultura. Isso, ocorreu devido à interferência causada pelas plantas daninhas nos períodos iniciais do ciclo da mandioca, em que esta encontrava-se sem a presença da parte aérea, acarretando em favorecimento da comunidade infestante (PERESSIN, 2010).

Para os teores de fécula, admitindo-se níveis de perdas aceitáveis na DMS (5%) para o primeiro ciclo, o período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra redução na produtividade foi de 10 dias após o plantio (PAI = 10 DAP) para o sistema de preparo de solo convencional e 11 dias (PAI = 11 DAP) para o sistema plantio direto (Tabela 20). Costa et al. (2013) e Johans e Contiero (2006) avaliando a mandioca 'Fécula Branca' relataram perdas no rendimento de fécula em função dos períodos crescentes de convivência da cultura com as plantas daninhas. A perda de rendimento de fécula esta diretamente ligada à produção de raiz (TIRONI et al., 2015), a qual foi reduzida conforme os crescente períodos de convivência da cultura com as plantas daninhas.

Para os teores de fécula do segundo ciclo da cultura, aceitando perdas por meio da DMS ( $p < 0,05$ ), verificou-se que o PAI foi de 10 dias após a poda (PAI = 10 DAP/Po) para ambos os sistemas de preparo de solo (Tabela 21).

Na tabela 22 e 23, estão descritas as equações das curvas de rendimento das raízes e fécula para o primeiro e segundo ciclo da cultura. Para a produção de raízes no primeiro ciclo houve redução no rendimento de 0,277% para cada dia de convivência com as plantas daninhas no preparo de solo convencional e, para plantio direto de 0,231%. Já para o segundo ciclo, as perdas foram maiores em ambos os sistemas de preparo de solo, sendo 0,312 e 0,269% para o sistema de preparo convencional e plantio direto, respectivamente.

Tabela 20- Período Anterior à Interferência (PAI) da comunidade de plantas daninhas na cultura da mandioca para o primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Produção		PAI (DAP)	
		Perdas aceitáveis	
		Preparo convencional	Plantio direto
Raízes	1º ciclo	30	41
Fécula	1º ciclo	10	11

Tabela 21- Período Anterior à Interferência (PAI) da comunidade de plantas daninhas na cultura da mandioca para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Produção		PAI (DAP/Po)	
		Perdas aceitáveis	
		Preparo convencional	Plantio direto
Raízes	2º ciclo	14	18
Fécula	2º ciclo	10	10

A maior perda observada no segundo ciclo da cultura pode estar associada às condições climáticas durante este período, o qual apresentou maiores índices pluviométricos quando comparados ao primeiro ciclo (Figura 2), o que pode ter favorecido a matointerferência e com isso, maiores perdas de rendimento. Assim, assumindo os valores de PAI para a produção de raízes no preparo convencional com perdas aceitáveis para DMS a 5% (30 DAP), as perdas foram de 1,14 t ha<sup>-1</sup>. Já para o plantio direto em que o PAI foi de 41 DAP, as perdas foram de 1,16 t ha<sup>-1</sup>. Admitindo os valores de PAI para a produção de raízes no segundo ciclo da cultura, para o preparo convencional com perdas aceitáveis para DMS a 5% (14 DAP/Po), as perdas foram de 1,66 t ha<sup>-1</sup>. Já para o sistema plantio direto em que o PAI foi de 18 DAP/Po (5%), as perdas foram de 1,62 t ha<sup>-1</sup>.

Da mesma forma, tanto no primeiro quanto no segundo ciclo, cada dia de convivência com as plantas daninhas reduziu o rendimento de fécula, sendo as perdas para o primeiro ciclo de 0,391% e 0,354% para o sistema de preparo de solo convencional e plantio direto, respectivamente. Já para o segundo ciclo, as perdas foram de 0,151% em ambos os sistemas de preparo de solo.

Sendo assim, para os teores de fécula no primeiro ciclo assumindo os valores de PAI para o preparo convencional de 10 DAP (DMS 5%), as perdas foram 181 kg ha<sup>-1</sup>, já no sistema plantio direto o PAI foi de 11 DAP, o que acarretou em perdas de 155,3 kg ha<sup>-1</sup>. Com relação aos teores de fécula no segundo ciclo da cultura, assumindo valores de PAI em preparo convencional e plantio direto de 10 DAP/Po, as perdas foram de 230,7 kg ha<sup>-1</sup>. No sistema plantio direto acarretou em perdas de 209,6 kg ha<sup>-1</sup>. Esses indicam relação direta entre a produção de raiz e a produção de fécula (FIGUEIREDO et al., 2014).

Tabela 22- Equações do primeiro segmento das curvas de rendimentos de raízes e de fécula de mandioca em função de dias de convivência da cultura com as plantas daninhas para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Preparo do solo	Equações	Perda de rendimento diário (%)	R <sup>2</sup>	Intervalo do 1º segmento
<b>(1º ciclo)</b>					
Raízes	Convencional	$\hat{y} = 14,4277 - 0,0401x$	0,277	0,98	0-225
	Plantio direto	$\hat{y} = 12,7759 - 0,0296x$	0,231	0,97	0-225
Fécula	Convencional	$\hat{y} = 4,0902 - 0,0160x^*$	0,391	0,99	0-125
	Plantio direto	$\hat{y} = 3,7544 - 0,0133x^*$	0,354	0,93	0-100

\*Equação linear referente ao 1º segmento de curvas,

Tabela 23- Equações do primeiro segmento das curvas de rendimentos de raízes e de fécula de mandioca em função de dias de convivência da cultura com as plantas daninhas para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Preparo do solo	Equações	Perda de rendimento diário (%)	R <sup>2</sup>	Intervalo do 1º segmento
<b>(2º ciclo)</b>					
Raízes	Convencional	$\hat{y} = 35,9959 - 0,1126x$	0,312	0,95	0-225
	Plantio direto	$\hat{y} = 32,7891 - 0,0884x$	0,269	0,94	0-225
Fécula	Convencional	$\hat{y} = 11,9162 - 0,0180x$	0,151	0,98	0-125
	Plantio direto	$\hat{y} = 3,7544 - 0,0133x^*$		0,93	0-100

\*Equação linear referente ao 1º segmento de curvas,

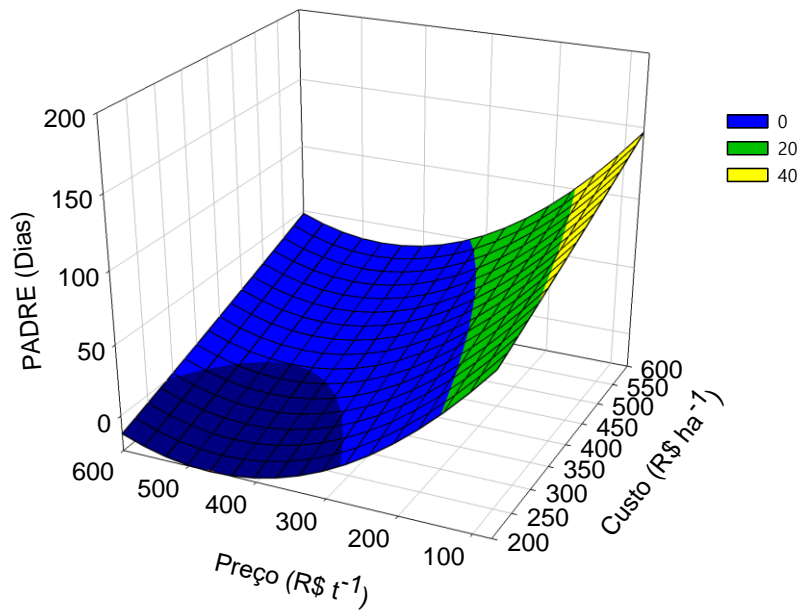
A partir da evolução tecnológica e os incrementos nos manejos relacionados à cultura da mandioca, aliados as variações de preços pagos e custos de produção, Vidal et al. (2005) detectaram prejuízos mínimos causados pela interferência e propôs que estes fatores deveriam ser critérios na hora de definir estratégias de controle de plantas daninhas. As estratégias de controle adotadas variam em relação ao nível tecnológico aplicado e região de cultivo. A adoção de medidas de controle leva em consideração o custo das estratégias a serem empregadas e disponibilidade de fatores como mão de obra e produtos registrados. O custo do controle das plantas daninhas consiste do preço do herbicida e mão de obra por área tratada, além do custo da aplicação (VIDAL et al., 2005) (Tabela 2 e 3).

Assim, considerando níveis de rendimento da produção de raízes no 1º ciclo de 13,7 t ha<sup>-1</sup> (PC) e 12,2 t ha<sup>-1</sup> (PD) e assumindo o preço mínimo das raízes, nos últimos 13 anos, de R\$ 75,91 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e custo mínimo de controle, em 2016, de R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup> (comunicação pessoal), pode se estimar o PADRE de, aproximadamente, 76 DAP para a situação em que plantas daninhas reduzem o rendimento em 0,277% por dia de convivência no preparo convencional e, 102 DAP para o sistema plantio direto em que o convívio com as plantas daninhas reduziram em 0,231% ao dia (Figura 14). Se forem considerados valores mínimos para o custo de controle de R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup> (comunicação pessoal) e preço máximo da cultura nos últimos 13 anos de R\$ 546,00 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016), observa-se valores de PADRE de 11 DAP para o preparo convencional. Já para o sistema plantio direto, o PADRE observado foi de, aproximadamente, 15 DAP. Os valores do PADRE, em que a cultura apresenta elevado preço e baixo custo de controle é menor que o PAI, o que comprova que os fatores econômicos que envolvem os manejos e o preço pago pela cultura, além de seu rendimento, devem ser utilizados como critérios na adoção de estratégias de controle.

Na situação que os valores pagos ao produtor são mínimos e o custo de controle é alto, a tendência do PADRE ser elevado é maior. Se assumir um preço de R\$ 75,91 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e custo de controle de R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup> para ambos os preparo do solo, o PADRE seria de 188 DAP e 252 DAP, respectivamente. Sendo assim, as estratégias de controle de plantas daninhas a serem aplicadas não teriam viabilidade financeira devido à interferência não causar perdas econômicas que justifiquem a aplicação de métodos de controle.

A

$$\text{PADRE} = 104,6298 + 0,1345\text{preço} - 0,6749\text{custo} + 0,0002186\text{preço}^2 + 0,0007\text{custo}^2; R^2 = 0,86$$



B

$$\text{PADRE} = 76,0895 + 0,3677\text{preço} - 0,6974\text{custo} + 0,0010\text{custo}^2 - 0,0006\text{preço}\text{custo}; R^2 = 0,93$$

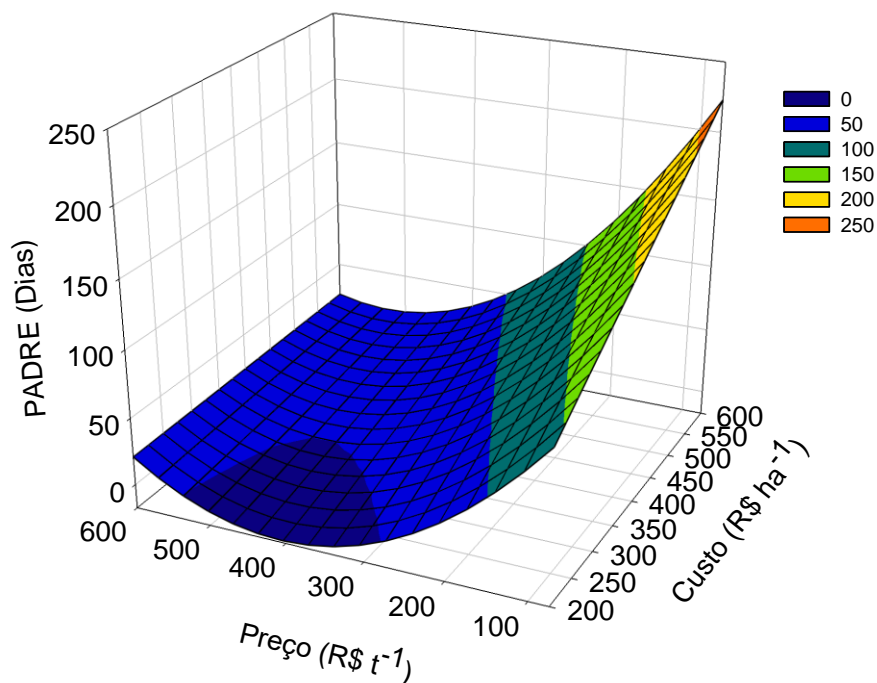


Figura 14- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para a produção de raízes no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B). Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Já para a situação em que o preço pago ao produtor é máximo (R\$ 546,00 t<sup>-1</sup>) assim como o custo de controle (R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup>) o PADRE para a situação de perdas de 0,277% ao dia seria de 27 DAP, e para o sistema plantio direto onde as perdas médias diárias são de 0,231% foi de 36 DAP.

Para o ano de 2016, o PADRE para as situações de preço médio pago ao produtor (R\$ 342,32 t<sup>-1</sup>) e custo de controle entre R\$ 242,03 e 600,00 ha<sup>-1</sup>, tem-se o PADRE entre 17 e 42 DAP para o sistema de preparo convencional de solo e, 23 e 56 DAP para o sistema plantio direto (Tabela 24). Se o produtor adotasse o PADRE de 17 DAP para o preparo convencional e 23 DAP para o plantio direto, considerando-se o preço estimado da cultura em R\$ 342,32 t<sup>-1</sup> e o custo de controle R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup>, a perda seria de 645,0 e 648,14 kg ou R\$ 220,79 e R\$ 221,87 ha<sup>-1</sup> para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente. Para a situação de preço médio pago ao produtor em 2016 e elevado custo de controle, as perdas seriam de 1593,85 kg no preparo convencional e 1578,19 kg no plantio direto, ou seja, R\$ 545,60 e 540,24 ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 24- Estimativas de PADRE para produção de raiz, considerando preço médio pago ao produtor, custo médio de controle e perda diária na produção para as plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional de solo e sistema plantio direto para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Preparo	Época	Preço de raiz (R\$ t <sup>-1</sup> )*	Custo de controle (R\$ ha <sup>-1</sup> )**	Perda diária (%)	PADRE (dias após o plantio)
<b>Convencional</b>	2016	342,32	242,03	0,277	17
			600,00	0,277	42
<b>Plantio direto</b>	2016	342,32	242,03	0,231	23
			600,00	0,231	56

\*CEPEA, 2016;

\*\*Comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

Já para os níveis de rendimento de fécula no 1º ciclo de 4,63 t ha<sup>-1</sup> (PC) e 3,99 t ha<sup>-1</sup> (PD) e assumindo o preço médio da tonelada de fécula nos últimos 13 anos, de R\$ 1278,55 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e custo mínimo de controle de R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup> (comunicação pessoal), pode se estimar o PADRE de aproximadamente 10 DAP para a situação em que as perdas médias diárias foram

de 0,391% no sistema de preparo convencional e de 13 DAP para perdas médias diárias de 0,354% no sistema plantio direto (Figura 15).

Se considerar valores mínimos para o custo de controle de R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup> e preço médio da fécula no ano de 2016 de R\$ 2052,60 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016), observa-se valores de PADRE de 6 DAP para o preparo convencional e, 8 DAP para o plantio direto. Se assumir um preço mínimo de R\$ 559,59 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e um custo de controle de R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup>, tanto para preparo convencional quanto para plantio direto, o PADRE é de 54 DAP e 69 DAP, respectivamente.

Já para a situação em que o preço pago ao produtor seja máximo (R\$ 2936,37 t<sup>-1</sup>) assim como o custo de controle (R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup>), o PADRE para perdas de 0,391% ao dia é de 11 DAP. Para perdas médias diárias de 0,354% corresponde a 14 DAP. Para o ano de 2016, os valores de PADRE para as situações de preço médio pago ao produtor (R\$ 2052,60 t<sup>-1</sup>) e custo de controle entre R\$ 242,03 e 600,00 ha<sup>-1</sup>, tem-se o PADRE entre 6 e 15 DAP para o sistema de preparo convencional de solo e, 8 e 19 DAP para sistema plantio direto (Tabela 24).

Adotando o PADRE de 6 DAP para o preparo convencional e 8 DAP para o plantio direto, considerando o preço de fécula em R\$ 2052,60 t<sup>-1</sup> e o custo de controle R\$ 242,03 ha<sup>-1</sup>, a perda seria de 108,6 e 112,99 kg ou R\$ 222,91 e R\$ 231,92 ha<sup>-1</sup> para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente. Para a situação de preço de R\$ 2052,60 t<sup>-1</sup> e custo de controle de R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup> em 2016, as perdas seriam de 271,5 kg no preparo convencional e 268,28 kg em sistema plantio direto, ou seja, R\$ 557,28 e 550,67, respectivamente.

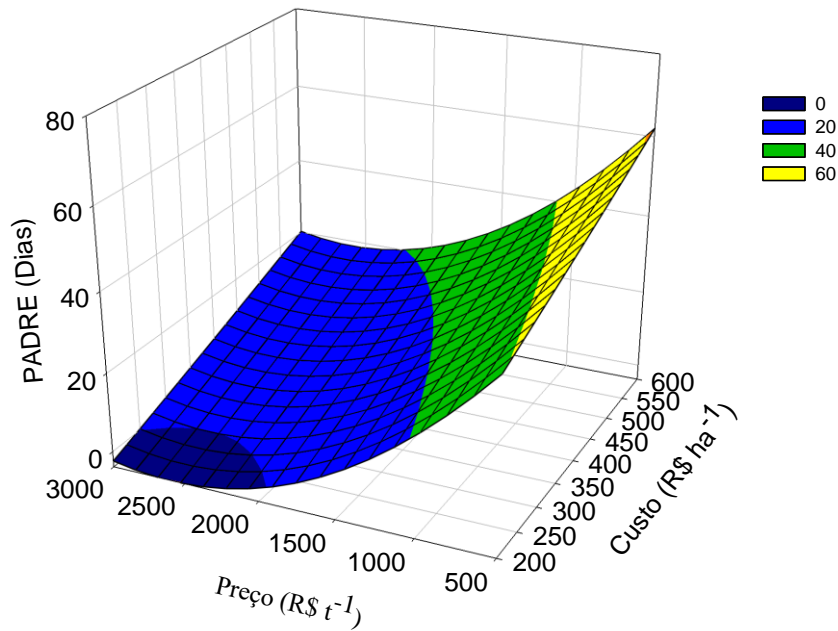
Entretanto, em condições de alto custo de controle (R\$ 600,00 ha<sup>-1</sup>) e preço baixo (R\$ 559,59 t<sup>-1</sup>), constata-se um PADRE elevado também para o rendimento de fécula em ambos os sistemas de preparo de solo, variando os períodos de PADRE de 25 DAP a 53 DAP para o preparo convencional e, de 30 DAP e 68 DAP para o plantio direto.

Considerando o rendimento de fécula das raízes de mandioca, se o produtor adotasse o PAI, resultaria em perdas de 217,2 e 202,8 kg de fécula ou de R\$ 277,73 e R\$ 259,30 ha<sup>-1</sup> para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente. Se o produtor adotasse o PADRE, as perdas seriam de 144,8 e 156 kg de fécula ou de R\$ 185,15 e R\$ 199,45 ha<sup>-1</sup> para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente.



A

$$\text{PADRE} = 52,1165 + 0,0514\text{preço} - 0,0514\text{custo} + 0,00006532\text{preço}^2 + 0,00009912\text{custo}^2; R^2=0,91$$



B

$$\text{PADRE} = 44,0307 + 0,0335\text{preço} - 0,0416\text{custo} + 0,0001118\text{preço}^2 + 0,0000801\text{custo}^2; R^2=0,93$$

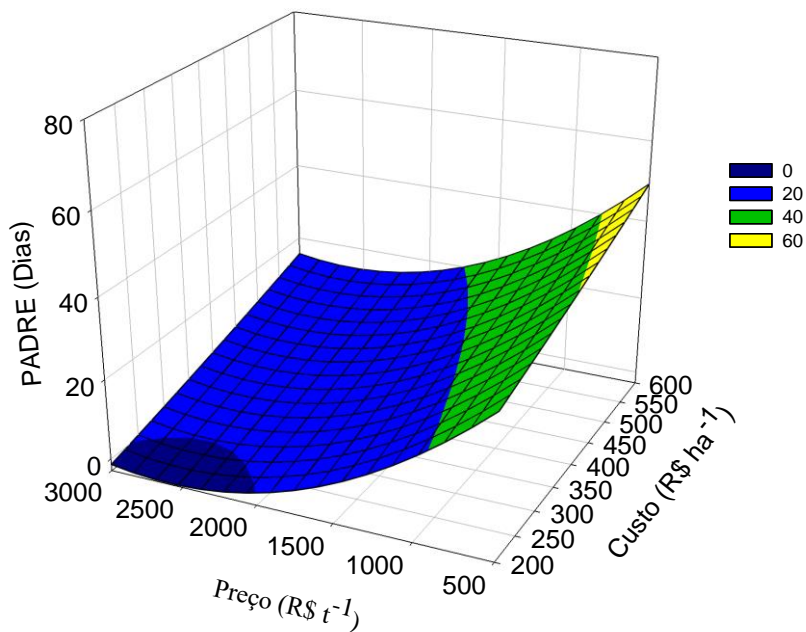


Figura 15- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para o rendimento de fécula de raízes de mandioca no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Tabela 25- Estimativas de PADRE para produção de fécula, considerando preço médio pago ao produtor, custo médio de controle e perda diária na produção para as plantas de mandioca submetidas ao preparo convencional de solo e sistema plantio direto para primeiro ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Preparo	Época	Preço de fécula (R\$ t <sup>-1</sup> )*	Custo de controle (R\$ ha <sup>-1</sup> )**	Perda diária (%)	PADRE (dias após o plantio)
Convencional	2016	2052,60	242,03	0,391	6
			600,00	0,391	15
Plantio direto	2016	2052,60	242,03	0,354	8
			600,00	0,354	19

\*CEPEA, 2016;

\*\*Comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

Na tabela 26 estão descritas as perdas econômicas levando em consideração valores obtidos para o PAI e para o PADRE sob sistema de preparo convencional e plantio direto no primeiro ciclo da cultura da mandioca.

Tabela 26- Estimativas de perdas econômicas (R\$ ha<sup>-1</sup>) considerando os valores de PAI e PADRE para a cultura da mandioca em primeiro ciclo sob sistemas de preparo convencional e sistema plantio direto, 2016

Preparo	PAI (DAP)	Raiz	PAI (DAP)	Fécula
		R\$ ha <sup>-1</sup>		R\$ ha <sup>-1</sup>
Convencional	30	389,82	10	371,58
Plantio direto	41	395,53	11	318,91

Preparo	PADRE (DAP)	PADRE (DAP)		
Convencional *	17	220,78	6	222,91
Convencional **	42	545,48	15	557,28
Plantio direto*	23	221,87	8	231,86
Plantio direto**	56	540,20	19	550,67

\*Baixo custo de controle de plantas daninhas (R\$ 242,03/2016).

\*\*Elevado custo de controle (R\$ 600,00/2016).

Foi constatado que no ano de 2016, em condições de baixo custo de controle, foi recomendado a adoção do Período Anterior ao Dano no Rendimento Econômico (PADRE) tanto em raiz quanto fécula, essa metodologia acarretou em 43,36%

menos perda econômica quando comparado ao PAI. Esta redução nas perdas também foi evidenciada para o teor de fécula quando adotado o PADRE, sendo que a redução foi de 40,01% em relação ao PAI (Tabela 26).

As estratégias de controle adotadas para o segundo ciclo da cultura variam em relação ao primeiro ciclo. O custo das medidas de controle leva em consideração as estratégias já aplicadas no primeiro ciclo, provocando acréscimo no valor empregado ao produtor. Se considerar valores mínimos para o custo de controle de R\$ 986,76 (comunicação pessoal) e preço médio da cultura (2016) de R\$ 341,32 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016), observa-se valores de PADRE de, aproximadamente 21 DAP/Po para o sistema de preparo convencional e, 28 DAP/Po para o sistema plantio direto.

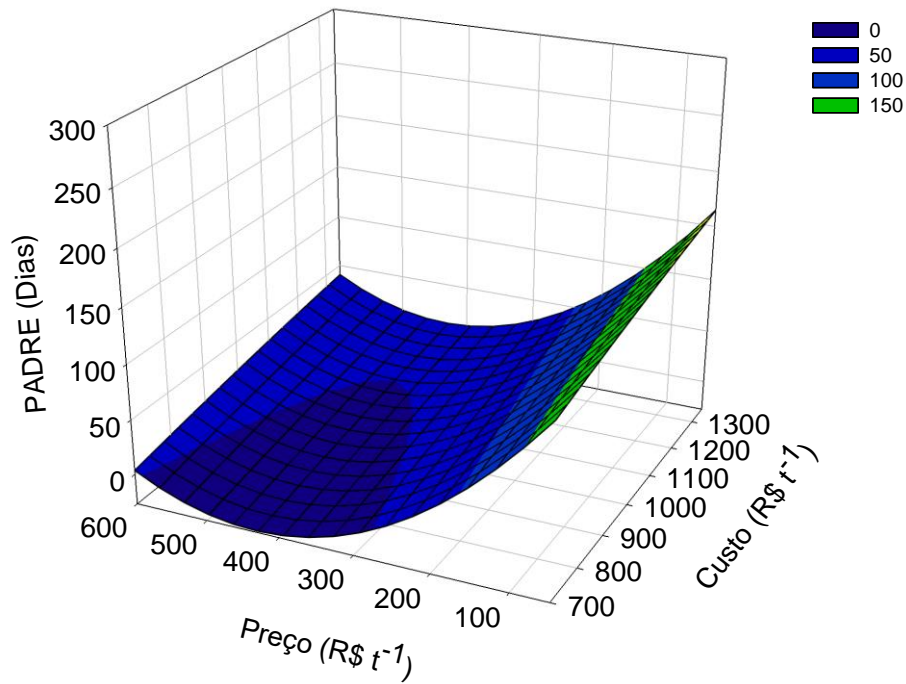
Observa-se que os valores de PADRE para a produção de raízes foi maior em ambos os sistemas de preparo de solo, que os valores estimados para o PAI, devido à elevada produtividade da cultura. Considerando níveis de rendimento de raízes no 2º ciclo de 38,07 t ha<sup>-1</sup> (PC) e 33,53 t ha<sup>-1</sup> (PD) e assumindo o preço de raízes de R\$ 75,91 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e o custo de controle de R\$ 986,76 ha<sup>-1</sup>, pode se estimar o PADRE de, aproximadamente, 99 DAP/Po para a situação que plantas daninhas reduzem o rendimento em 0,312% por dia de convivência no preparo convencional e, 130 DAP/Po para o sistema plantio direto em que o convívio com as plantas daninhas reduziram em 0,269% ao dia o rendimento da mandioca (Figura 16).

Na situação em que os valores pagos ao produtor são mínimos e o custo de controle das daninhas é alto, maior será o PADRE. Se assumir um preço mínimo de R\$ 75,91 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e um custo de controle elevado de R\$ 1290,72 ha<sup>-1</sup>, tanto para preparo convencional quanto para plantio direto, o PADRE foi de 129 DAP/Po e 170 DAP/Po. Na situação de preço médio pago ao produtor em 2016 de R\$ 342,32 t<sup>-1</sup> com um baixo custo de controle (R\$ 986,76 ha<sup>-1</sup>), obtem-se um PADRE de 22 DAP/Po para o sistema de preparo convencional e, 29 DAP/Po para sistema plantio direto.

Se o produtor adotasse o PADRE de 22 DAP/Po para o preparo convencional e 29 DAP/Po para o plantio direto, considerando o preço estimado da cultura de R\$ 342,32 t<sup>-1</sup> e o custo de controle R\$ 986,76 ha<sup>-1</sup> (valores médios pagos no oeste do Paraná no período de 2003 até novembro de 2016 - CEPEA, 2016), ele teria perda de 2612,94 e 2615,67 kg ou R\$ 894,48 e R\$ 895,39 ha<sup>-1</sup> para o preparo convencional e plantio direto, respectivamente.

A

$$\text{PADRE} = 114,5038 + 0,0932\text{preço} - 0,9159\text{custo} - 0,00017786\text{preço}^2 + 0,0011\text{custo}^2; R^2 = 0,89$$



B

$$\text{PADRE} = 146,3127 + 0,1317\text{preço} - 1,2050\text{custo} - 0,00027782\text{preço}^2 + 0,0014\text{custo}^2; R^2 = 0,89$$

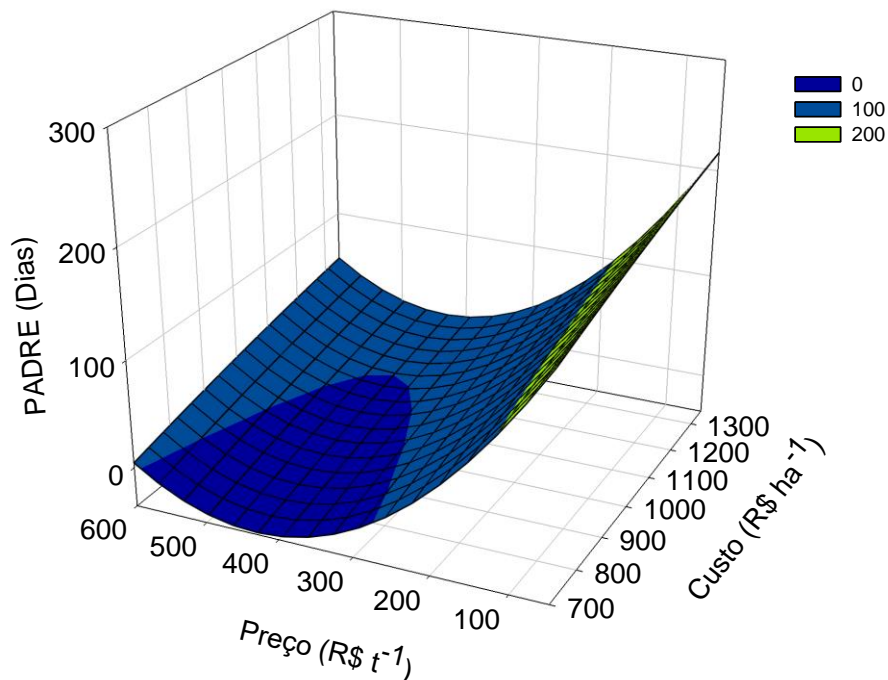


Figura 16- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para a produção de raízes no segundo ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Tabela 27- Estimativas de PADRE para produção de raiz, considerando preço médio pago ao produtor entre 2003 e 2016, custo médio de controle de 2016 e perda diária na produção para as plantas sob preparo convencional e sistema plantio direto para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Preparo	Época	Preço de raiz (R\$ t <sup>-1</sup> )*	Custo de controle (R\$ ha <sup>-1</sup> )**	Perda diária (%)	PADRE (dias após a poda)
Convencional	2016	342,32	986,76	0,312	22
			1290,72	0,312	29
Plantio direto	2016	342,32	986,76	0,269	29
			1290,72	0,269	38

\*CEPEA, 2016;

\*\*Comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

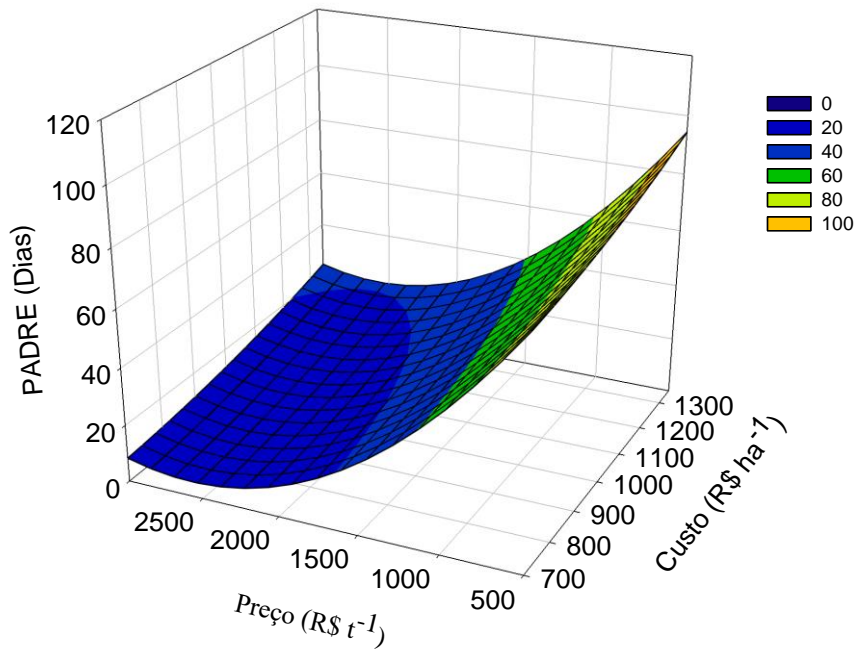
Para a situação em que o preço médio da raiz pago ao produtor (R\$ 342,32 t<sup>-1</sup>) e elevado custo de controle (R\$ 1290,72), estima-se o PADRE de 29 DAP/Po para o sistema de preparo convencional do solo e, de 38 DAP/Po para o sistema plantio direto. Ou seja, uma perda de 3444,33 e 3427,22 kg, ou, R\$ ha<sup>-1</sup> 1179,06 e 1173,20 (Tabela 27).

Para o rendimento de fécula, foram estimados os valores de PADRE em acordo com os valores médios pagos ao produtor entre 2003 e 2016 (CEPEA, 2016). Os níveis de rendimento de fécula de raízes no 2º ciclo foram de 15,28 t ha<sup>-1</sup> (PC) e 13,88 t ha<sup>-1</sup> (PD) assumindo o preço mínimo da tonelada de fécula em R\$ 559,59 t<sup>-1</sup> (CEPEA, 2016) e o custo mínimo de controle de R\$ 986,76 ha<sup>-1</sup> (comunicação pessoal), pode se estimar o PADRE de, aproximadamente, 69 DAP/Po no sistema de preparo convencional e sistema plantio direto, ambos para perdas médias diárias de 0,151% (Figura 17).

Adotando o PADRE de 69 DAP/ nas condições de preço mínimo pago ao produtor entre 2003 e 2016, as reduções são de 1592,02 e 1446,15 kg, ou seja, 890,87 e 809,25 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Se considerar valores máximos para o custo de controle de R\$ 1290,72 (comunicação pessoal) e preço mínimo da fécula (R\$ 559,59 t<sup>-1</sup>), observa-se valores de PADRE de 90 DAP/Po para o sistema de preparo convencional e sistema plantio direto. Adotando o PADRE para esta situação, as reduções são de 2076,55 e 1886,29 kg, ou seja, R\$ 1161,70 e 1055,54 ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**A**

$$\text{PADRE} = 52,1165 + 0,0514\text{preço} - 0,0514\text{custo} + 0,00006532\text{preço}^2 + 0,00009912\text{custo}^2; R^2 = 0,91$$

**B**

$$\text{PADRE} = 44,0307 + 0,0335\text{preço} - 0,0416\text{custo} + 0,0001118\text{preço}^2 + 0,0000801\text{custo}^2; R^2 = 0,93$$

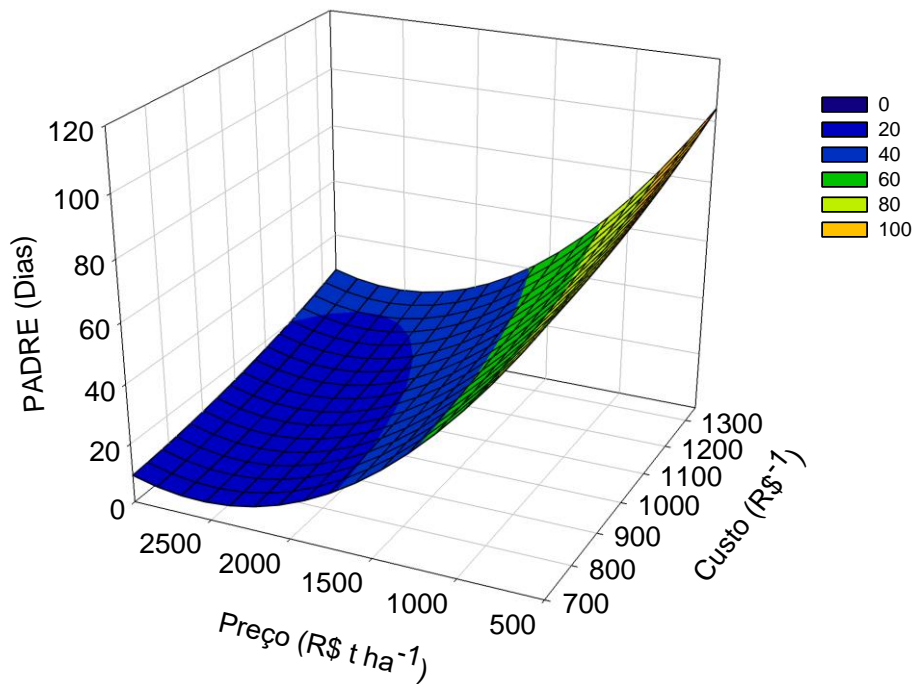


Figura 17- Estimativa do período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE) para o rendimento de fécula de raízes de mandioca no primeiro ciclo da cultura para o sistema de plantio convencional (A) e sistema plantio direto (B) para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016.

Os valores obtidos de PADRE em que a fécula apresentou elevado preço (R\$ 2936,97 t<sup>-1</sup>) e baixo custo de controle (R\$ 986,76 ha<sup>-1</sup>), o PADRE foi de 14 DAP/Po. Na situação referente ao ano de 2016, com preço médio pago ao produtor de R\$ 2052,60 t<sup>-1</sup> foram obtidos para PADRE valores de 19 DAP/Po em que o custo de controle foi mínimo (R\$ 986,76 t<sup>-1</sup>) e, de 25 DAP/Po para a situação de elevado custo de controle (R\$ 1290,72 ha<sup>-1</sup>) em ambos os sistemas de preparo de solo (Tabela 28).

Tabela 28- Estimativas de PADRE para produção de fécula, considerando preço médio pago ao produtor entre 2003 e 2016, custo médio de controle de 2016 e perda diária na produção para as plantas sob preparo convencional e sistema plantio direto para segundo ciclo. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2016

Preparo	Época	Preço de fécula (R\$ t <sup>-1</sup> )*	Custo de controle (R\$ ha <sup>-1</sup> )**	Perda diária (%)	PADRE (DAP/Po)
<b>Convencional/plantio direto</b>	2016	2052,60	986,76	0,151	19
		2052,60	1290,72	0,151	25

\*CEPEA, 2016;

\*\*Comunicação pessoal (COOATOL, Agrícola Horizonte, Herbioeste e CVALE).

Na Tabela 29 estão apresentadas as perdas econômicas (R\$ ha<sup>-1</sup>) referentes à mandioca cultivada após a poda, considerando os valores de PAI e PADRE para os sistemas de preparo convencional e plantio direto. Foi observado que nas condições de custo de controle e preço pago ao produtor no ano de 2016, recomendou-se a adoção do PAI ao invés do PADRE, já que o PAI proporcionou 36,32% e 47,36% menos perdas econômicas de raiz e fécula, respectivamente.

Segundo Vidal et al. (2005), quanto maior o nível tecnológico adotado pelo agricultor, maior será o retorno econômico do investimento dedicado ao controle precoce de plantas daninhas e tanto mais precoce deve ser o controle quanto mais reduzido for o custo do controle adotado. Contudo, quanto maior for o potencial produtivo da cultura e melhores forem às condições para o seu desenvolvimento, provavelmente menor será as perdas diárias causadas por uma determinada espécie daninha.

Tabela 29- Estimativas de perdas econômicas (R\$ ha<sup>-1</sup>) considerando os valores de PAI e PADRE para a cultura da mandioca em segundo ciclo sob sistema de preparo convencional e sistema plantio direto, 2016

<b>Perdas</b>				
	<b>PAI (DAP/Po)</b>	<b>Raiz</b>	<b>PAI (DAP/Po)</b>	<b>Fécua</b>
<b>Preparo</b>		<b>R\$ ha<sup>-1</sup></b>		<b>R\$ ha<sup>-1</sup></b>
<b>Convencional</b>	14	569,24	10	473,59
<b>Plantio direto</b>	18	555,76		430,20
<b>Preparo</b>	<b>PADRE (DAP/Po)</b>		<b>PADRE (DAP/Po)</b>	
<b>Convencional *</b>	22	894,00	19	899,71
<b>Convencional **</b>	29	1179,06		817,03
<b>Plantio direto*</b>	29	899,71	25	1183,83
<b>Plantio direto**</b>	38	1183,83		1075,04

\*Baixo custo de controle de plantas daninhas (R\$ 986,76,03/2016).

\*\*Elevado custo de controle (R\$ 1290,72/2016).

Portanto, pode-se afirmar que aspectos econômicos como custo de controle das plantas daninhas e preço da cultura, devem ser utilizados como indicadores dos períodos de interferência (VIDAL et al., 2005). Segundo Portugal e Moreira (2011), esse tipo de informação possibilita estabelecer prioridades nas operações culturais, uma vez que se conhece antecipadamente até quando se deve fazer o controle das plantas daninhas. Entretanto, os autores citam ainda que em algumas situações, devido às limitações operacionais, essas informações podem não ter aplicação prática.

Os estudos da dinâmica das plantas daninhas, análise de crescimento e nutrição das plantas de mandioca podem contribuir para a elucidação dos mecanismos envolvidos na interferência da comunidade infestante sobre o desenvolvimento da cultura.

A matointerferência foi mais intensificada no sistema de preparo de solo convencional do que no sistema plantio direto, o que afetou negativamente o desenvolvimento das plantas de mandioca e a absorção de nutrientes no 1º e 2º ciclo da cultura.



## 5. CONCLUSÃO

A produtividade de raízes nos sistemas de preparo convencional e direto do solo o PAI foi de 30 DAP e 41 DAP, respectivamente, para o primeiro ciclo da cultura (10 meses), assim como de 14 e 18 DAP/Po, respectivamente, para o segundo ciclo da cultura (10 meses após a poda).

Para a produção de fécula no primeiro ciclo da cultura, o PAI foi de 10 e 11 DAP no preparo convencional e no plantio direto, respectivamente, assim como de 10 DAP/Po para ambos os sistemas de preparo de solo.

Considerando o preço médio de raiz pago ao produtor em 2016 e as variações no custo de controle, os valores de PADRE para a produção de raízes no primeiro ciclo sob sistema de plantio convencional variaram entre 17 e 42 DAP e, para plantio direto de 23 e 56 DAP. Para o segundo ciclo, o PADRE variou entre 22 e 29 DAP/Po para preparo convencional e, 29 e 28 DAP/Po para o sistema plantio direto.

Para a produção de fécula, considerando o preço médio de fécula pago ao produtor em 2016 e as variações no custo de controle, os valores de PADRE foram entre 6 a 15 DAP para o preparo convencional e 8 a 19 DAP para o sistema plantio direto. No segundo ciclo da cultura, os valores de PADRE para a produção de fécula foram de 19 a 25 DAP/Po para ambos os sistemas de preparo de solo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGAS, F.S et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 705-716, Dez. 2010.
- AGOSTINETTO, D. et al. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. V. 26, n. 2, p. 271-278, Jun. 2008.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 26, n. 2, p. 279-289, Jun. 2008.
- ALBUQUERQUE, J. A. A. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 30, n. 1, p. 37-45, Jan. 2012.
- ALMEIDA, M. O. et al. Interação entre volume de vaso e competição com plantas daninhas sobre o crescimento da soja. **Rev. Ceres**, Viçosa. V. 62, n. 6, p. 524-530, Dez. 2015.
- ALVARENGA, R. C. et al. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan. 2001.
- ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. In: **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. Cap.7, p.138-169.
- ANDRADE, J.S. de. Épocas de poda em mandioca, 2010, 62p. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2010.
- ASSIS, R. L. de. et al. Avaliação da resistência do solo à penetração em diferentes solos com a variação do teor de água. **Rev. Eng. Agrícola**, Jaboticabal. v. 29, n. 4, p. 558-568, Dez. 2009.
- BALLARÉ, C. L; CASAL, J. J. Light signals perceived by crop and weed plants. **Rev. Field Crops Research**, Oxford. V. 67, n. 2, p.149-160, 2000.
- BARRAT-SEGRETAIN, M. H. Biomass allocation in three macrophyte species in relation to the disturbance level of their habitat. **Rev. Fresh Biology**. v. 46, p. 935-945, 2001.
- BARROS, G. S. C. Melhoria da competitividade da cadeia agroindustrial de mandioca no Estado de São Paulo, São Paulo: **SEBRAE**; Piracicaba, SP: ESALQ; CEPEA, 2004. 347p.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas, Jaboticabal: **FUNEP**, 41p. 2003.

BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Rev. Bras. Ciência do Solo**. Viçosa, v. 28, n. 1, p. 155-163, Fev. 2004.

BEZERRA NETO, F. V. et al. Análise biométrica de linhagens de abóbora. **Rev. Horticultura Bras.**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 378-380. Set. 2006.

BIFFE, D. F., et al. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 28, n. 3, p. 471-478. Set. 2010.

BLAKE, G.R. & HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A, (Ed.) **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. Madison: ASA, cap.13, p. 363-375. 1986.

BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e plantas. **Rev. Ceres**: 73-85, 1974.

BRAIDA, J. A; REICHERT, J. M; VEIGA, M; REINERT, D.J. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 605-614, Ago. 2006.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitossociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madri: H, Blume. 1979, 820 p.

CAMILOTTI, F. et al., Efeito prolongado de sistemas de preparo do solo com e sem cultivo de soqueira de cana crua em algumas propriedades físicas do solo. **Rev. Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 25, n.1, p.189-198, Abr. 2005.

CAMPOS, C. F. de. et al. Eficácia do glyphosate e 2,4-D no controle de *Commelina villosa*, **Rev. Arq. Inst. Biol**. São Paulo, v. 80, n. 1, p. 83-89, Mar. 2013.

CARVALHO, F. P. et al. Alocação de matéria seca e capacidade competitiva de cultivares de milho com plantas daninhas. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 29, n. 2, p, 373-382, Jun. 2011.

CARVALHO, J. E. B; ARAÚJO, A. M. A; AZEVEDO, C. L. L. Período de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca no Estado da Bahia. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF, 7 p.(**Comunicado Técnico, 109**), 2004.

CAVALIERI, K. M. V. et al. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico. **Rev. Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p.137- 147, Jan. 2006.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA), **Mandioca**, Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/mandioca/>>, Acesso em: 22 out, 2016,

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Alternative herbicides to manage Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) resistant to glyphosate at different phenological stages. **Journal Environ. Sci. Health**, v. 40, n. 1, p. 59-67, 2005.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura do algodão. In: FREIRE, E, C., (ed), Algodão no Cerrado do Brasil, Brasília: **ABRAPA**, cap. 14, p. 523-550, 2007.

CORREIA, N. M; LEITE, G. J; GARCIA, L. D. Resposta de diferentes populações de *Digitaria insularis* ao herbicida glyphosate. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 28, n. 4, p. 769-776, Dez. 2010.

COSTA, N. V. et al. Weed interference periods in the 'Fécula Branca' cassava. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 31, n. 3, p. 533-542, Set. 2013.

COSTA, A. G. et al. Níveis de sombreamento e tipos de malha no crescimento e produção de óleo essencial de hortelã-pimenta. **Rev. Horticultura Bras.**, Vitória da Conquista, v. 32, n. 2, p. 194-199, Jun. 2014.

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.161-168, 2005.

CRUZ, J. L; PELACANI, C. R; ARAÚJO, W. L. Relações biométricas de mandioca cultivada com variada disponibilidade de nitrogênio. **Rev. Científica Rural**, Bagé, v,9, p,131-140, 2004.

CRUZ, J. L; PELACANI, C. R; ARAUJO, W. L. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Rev. Bragantia**, Campinas. v. 65, n. 3, p. 467-475, 2006.

CURY, J. P. et al. Produção e partição de matéria seca de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 29, n. 1, p. 149-158, Mar. 2011.

CAVIGLIONE, J.H. et al. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. 1 CD.

DOMINGOS, V. D. et al. Alocação de biomassa e nutrientes em *Myriophyllum aquaticum* sob diferentes níveis de macronutrientes. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 193-201, 2005.

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

EMATER – **Tecnologia de fabricação de Mandioca** – on-line (2004), Disponível em:

<[www.engetecno.com.br/como\\_fabricar,htm](http://www.engetecno.com.br/como_fabricar,htm)>, Acesso em: 17 out, 2010.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes/Embrapa Solos/Embrapa Informática Agropecuária. In: SILVA, FC (org). Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**, 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3,ed, Brasília. 2013, 353p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 2,ed. Rio de Janeiro: CNPS. 1997, 212p.

ERASMO, E. A. L; BIANCO, S; PITELLI, R. A. Estudo sobre o crescimento de fedegoso. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 15, n. 2, p. 170-179, 1997.

ERASMO, E. A. L; PINHEIRO, L. L. A; COSTA, N. V. Levantamento fitossociológico das comunidades de plantas infestantes em áreas de produção de arroz irrigado cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, 22:195-201. 2004.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS,, Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>, Acesso em: 10 de out, 2016.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production, crops. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. 29 Mar. 2017.

FERNANDES, A. M. et al. Crescimento, acúmulo e distribuição de matéria seca em cultivares de batata na safra de inverno. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 8, p. 826-835, 2010.

FIGUEIREDO, P. G. et al. Componentes de produção e morfologia de raízes de mandioca sob diferentes preparos do solo. **Rev. Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 357-364, 2014

FOLONI, J. S. S; CALONEGO, J. C; LIMA, S. L. de. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 38, n. 8, p. 947-953, Ago. 2003.

FREITAS, R. S. et al. Crescimento do algodoeiro submetido ao herbicida trifloxysulfuron-sodium. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 24, n. 1, p. 123-129, 2006.

GABRIEL FILHO, A. et al. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta **Rev. Ciência Rural**. Santa Maria. v. 30, n. 6, p. 953-957, Dez. 2000.

GALON, L; TIRONI, S. P; FARIA, A. T; SILVA, A. F; SILVA, A. A; CONCENÇO, G; BORGES, E. T; ROCHA, P. R. R; FERREIRA, E. A; ASPIAZÚ, I. Interferência da *Urochloa brizantha* nas características morfológicas da cana-de-açúcar. **Rev. Planta Daninha**, 29:1029-1036. 2011.

GROSSMANN, J; FREITAS, A. C. Determinação do teor de matéria seca pelo peso específico em raízes de mandioca. **Rev. Agronômica**. v. 160/162, n. 4, p. 75-80, 1950.

HAMZA, M. A. & ANDERSON, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. **Rev. Soil Till. Res.**, v. 82, p. 121-145, 2005.

HINSINGER, P. Biology availability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: A review. **Rev. Plant and Soil**, v. 237, p.173-195, 2001.

INOUE, M. H. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens, **Planta Daninha**, Viçosa. v. 30, n. 1, p. 55-63, Mar. 2012.

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

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002a.

KOZLOWSKI, L. A; et al. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro-comum em sistema de semeadura direta. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002b.

KOZLOWSKI, L. A; KOEHLER, H. S; PITELLI, R. A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009.

KUNZ, J. H. et al. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Rev. Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, Nov. 2007.

KUVA, M.A. et al . Banco de sementes de plantas daninhas e sua correlação com a flora estabelecida no agroecossistema cana-crua. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa , v. 26, n. 4, p. 735-744, 2008.

LAMEGO, F. P. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao glyphosate: coberturas de inverno e herbicidas em pré-semeadura da soja. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 31, n. 2, p. 433-442, Jun. 2013.

LAMEGO, F. P. et al. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja I, Resposta de variáveis de crescimento. **Rev. Planta Daninha**, v. 23, n. 3, p. 405-414, 2005.

LANA, M. C. et al. **ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO E TECIDO VEGETAL: Práticas de Laboratório**. 1. ed. Cascavel: EDUNIOESTE, 2010.

LAVIOLA, Bruno Galvêas; DIAS, Luiz Antonio dos Santos. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1969-1975, Oct. 2008 .

LEMOS, J.P. et al . Morfofisiologia de plantas de milho em competição com picão-preto e trapoeraba submetidas a roçada. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa , v. 30, n. 3, p. 487-496, 2012.

LOCKE, M. A; REDDY, K. N; ZABLOTOWICZ, R. M. Weed management in conservation crop production systems. **Rev. Weed Biology Management**. v. 2, p. 123-132, 2002.

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

MACEDO, J. F; BRANDÃO, M; LARA J. F. R. Plantas daninhas na pós-colheita de milho nas várzeas do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Rev. Planta Daninha**, 21:239-248. 2003.

MACIEL, C. D. de G. et al . Misturas em tanque com glyphosate para o controle de trapoeraba, erva-de-touro e capim-carrapicho em soja RR®. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 1, p. 35-42, Feb. 2011 .

MACHADO, A. F. L. et al. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 24, n. 4, p. 641-647, Dez. 2006.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M, G, **Fisiologia Vegetal**, São Paulo, EPU, v.1, p. 363 – 50. 1985.

MATTOS P. L. P. & BEZERRA V.S. (2003). Cultivo de mandioca para o estado do Amapá. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_a\\_mapa/adubacao.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_a_mapa/adubacao.htm)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

MELLO, F. A. F. et al. Fenômenos de superfície. In: MEURER, E,J., ed. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre, Gênese. 2000,174p.

MESCHÉDE, D. K. et al. Período anterior a interferência de plantas daninhas em soja: estudo de caso com baixo estande e testemunhas duplas. **Rev. Planta Daninha**. Viçosa. v. 22, n. 2, p. 239-246, Jun. 2004.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Zoneamento agrícola de risco climático. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola>> Acesso em: 12 out. 2016.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Rev. Bragantia**, Campinas. v. 64, n. 2, p. 203-209, 2005.

MOREIRA, M.S. et al . Herbicidas alternativos para controle de biótipos de *Conyza bonariensis* e *C. canadensis* resistentes ao glyphosate. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa , v. 28, n. 1, p. 167-175, 2010

MUELLER-DOMBOIS, D; ELLEMBERG, H. A. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley, 1974. 574 p.

NHASSICO, D.; MUQUINGUE, H.; CLIFF, J.; CUMBANA, A.; BRADBURY, J. H. Rising African cassava production, diseases due to high cyanide intake and control measures. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, p.2043-2049, 2008.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.943-978, 2006.

NUNES, A. R. A; FERNANDES, A. M; LEONEL, M; GARCIA, E. L; MAGOLBO, L. A; CARMO, E. L. Nitrogênio no crescimento da planta na qualidade de raízes da mandioquinha-salsa. **Rev. Ciência Rural**, v. 46, n. 2, p. 242-247, 2016.

OLIVEIRA, J. O. A. P. et al. Influência de sistemas de preparo do solo na produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Rev. Bras Ciência do Solo**, Viçosa. v. 25, n. 2, p. 443-450, Jun. 2001.

OLIVEIRA, M. A & FIORINE, R. A. Análise de crescimento em mudas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) provenientes de estacas em diferentes recipientes para cultivo. **Rev. Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu. v. 2, p. 12-26, Out. 2006.

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

OTSUBO, A. A. et al. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 327-332, 2008.

PAES, J. M. V.; REZENDE, A. M. Manejo de plantas daninhas no sistema plantio direto na palha. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 37-42, 2001.



PARREIRA, M. C. et al. Comparação entre métodos para determinar o período anterior à interferência de plantas daninhas em feijoeiros com distintos tipos de hábitos de crescimento. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 32, n. 4, p. 727-738, Dez. 2014.

PEQUENO, M. G. et al. Efeito do sistema de preparo do solo sobre características agrônômicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiente**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 476-481, Out. 2007.

PEREIRA, G. A. M. et al. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 5, p. 716-722, Out. 2012.

PERESSIN, V. A; CARVALHO, J. E. B. Manejo integrado de plantas daninhas em mandioca. In: Marney Pascoli Cereda (Org.). **Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, v. 2, p. 302-349, 2001.

PERESSIN, V. A. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura da mandioca. Campinas: **Instituto Agrônômico**, 2010, 54p.

PITELLI, R. A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. 1997. Dourados. **Resumos..**, Dourados: Embrapa-CPAO. p, 50-61.1997.

PITELLI, R. A. et al. Efeito de período de controle de plantas daninhas na cultura de amendoim. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 20, n. 3, p. 389-397, Dez. 2002.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas, **Informe Agropecuário**, v. 11, n. 129, p. 16-17, 1985.

PITELLI, R. A; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência de plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS. 15, Belo Horizonte, 1984. **Resumos..**, Piracicaba:, p. 37, 1984.

PORTES, T. A; CARVALHO, S. I. C. Crescimento e alocação de fitomassa de cinco gramíneas forrageiras em condições de cerrado. **Rev. de Biologia Neotropical**, v. 6, n. 1-14, 2009.

PORTUGAL, J. M; MOREIRA, I. Aplicação de modelos múltiplos na determinação de níveis de prejuízo para a interação *Solanum americanum* e tomate de indústria. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 751-760, 2011.

RAJCAN, I; SWANTON, C. J. Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. **Rev. Field Crop. Res.**, v. 71, n. 2, p. 139-150, 2001.

RIBEIRO, D. N. Caracterização da resistência ao herbicida glyphosate em biótipos da planta daninha *Lolium multiflorum* (Lam.). 2008, 102 f, **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

ROCHA, D. C.; RODELLA, R. A.; MARTINS, D. Ocorrência de *Commelina villosa* como planta daninha em áreas agrícolas no estado do Paraná-PR, Brasil. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 161-167, 2000.

RODRIGUES, A. C. P. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 28, n. 1, p. 23-31, 2010.

RODRIGUES, R. C. et al. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv, Xaraés cultivado com a combinação de doses de nitrogênio e potássio. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 394-400, Mar. 2008.

ROSSETTI, K. V; CENTURION, J. F. Sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiente**. Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 472-479, Maio 2013.

RUEDELL, J. Plantio direto na região de Cruz Alta. Cruz Alta: FUNDACEP **FECOTRIGO**, 1995, 134 p.

SAGRILO, E; et al. Efeito da época de colheita no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de raízes de três cultivares de mandioca. **Rev. Bragantia**, v. 61, n. 2, p.115-125, 2002.

SANTOS, Nádia Souza dos et al . Absorption of macronutrients by cassava in different harvest dates and dosages of nitrogen. **Rev. Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 633-640, Dec. 2014 .

SCHUSTER, M. Z. et al. Interferência de plantas daninhas no estabelecimento do trevo branco como cultura forrageira, **Rev. Ciência Rural**. Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2148-2153, Dez. 2013.

SEAB – SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Análise da conjuntura agropecuária mandioca - safra 2015/16, – Setembro, 2015. Curitiba, Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandiocm\\_2015\\_16.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandiocm_2015_16.pdf)>, Acesso em: 10 de out, 2016,

SILVA, L. C; BELTRÃO, N. E. de M; AMORIM NETO, M. da S. Análise de crescimento de comunidades vegetais. EMBRAPA-CNAPA, (**Circular Técnica, 34**), p. 47, 2000.

SILVA, A. A; SILVA, C. S. W; SOUZA, C. M; SOUZA, B. A; FAGUNDES, J. L; FALLEIRO, R. M; SEDIYAMA, C. S. Aspectos fitossociológicos da comunidade de plantas daninhas na cultura do feijão sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, 23:17-24. 2005.

SILVA, R.F. et al . Atributos físicos e teor de matéria orgânica na camada superficial de um argissolo vermelho cultivado com mandioca sob diferentes manejos. **Rev. Bras. Ciência Solo**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 2435-2441, 2008 .

SILVA, A. J. N; CABEDA, M. S. V. & CARVALHO, F. G. Matéria orgânica e propriedades físicas de um Argissolo Amarelo Coeso sob sistemas de manejo com cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 10, p.579-585, 2006.

SILVA, A. F. et al. Interferência de plantas daninhas em diferentes densidades no crescimento da soja. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 27, n. 1, p. 75-84, Mar, 2009,

SILVA, J,I,C, et al, Determinação dos períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa , v, 30, n, 1, p, 27-36, Mar. 2012.

SILVA, H. R. F. et al. Acúmulo de matéria seca e micronutrientes em mandioca consorciada com bananeira. **Rev. Pesq. Agrop. Trop.**, Goiânia, v. 4, n. 1, p. 15-23, Jan. 2014.

SKÓRA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, p. 81-87, 2003.

SMITH, C. W; HADAS, A; DAN, J; KOYUMDJISKY, H. Shrinkage and atterberg limits in relation to other properties of principal soil types in Israel. **Geoderma**, Amsterdam, v. 35, n. 1, p. 47-65, 1985.

SODRÉ FILHO, J. et al. Fitomassa e cobertura do solo de 166 W.P. de Carvalho et al. **Rev. Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.48, n.2, p.157-166, fev. 2013.

SOUZA, C. M. A. de; RAFUL, L. Z. L; VIEIRA, L. B. Deteminação do limite de liquidez em dois tipos de solo, utilizando-se diferentes metodologias. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiente.**, Campina Grande, v. 4, n. 3, p. 460-464, Dez. 2000.

SOUZA, L. D; SOUZA, L. S; GOMES, J. C. Exigências edáficas da cultura da mandioca. In: SOUZA, L. S; FARIAS, A. R. N; MATTOS, P. L. P; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 70-214, 2006.

SORENSEN, T. A. Method of stablishing groups of equal amplitude in plant society based on similarity of species content. In: ODUM, E. P. **Ecologia**, 3,ed. México: Interamericana, p. 341-405, 1972.

STRECK, N. A. et al. Efeito do espaçamento de plantio no crescimento, desenvolvimento e produtividade da mandioca em ambiente subtropical. **Rev. Bragantia**, v. 73, p. 407-415, 2014.

SUZUKI L. E. A. S. et al. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Rev. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 1159-1167, 2007.

TAKAHASHI, M. & GONÇALO, S. A cultura da mandioca, Paranaíba: **IAPAR**. 88p, 2001.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre, **Artmed**, 719p. 2004.

TAKAHASHI, M. & GONÇALO, S. **A cultura da mandioca**. 2 ed. Paranaíba: Olímpica, 116p. 2005.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P. S. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth: I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. **Rev. Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 105, n. 1, p. 13-27, 2005.

THEISEN, G; VIDAL, R. A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia-preta nas etapas do ciclo de vida do capim marmelada. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 189-196, 1999.

TIRONI, L. F. et al. Desempenho de cultivares de mandioca em ambiente subtropical. **Rev. Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 58-56, 2015.

TORMENA, C. A. et al. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Rev. Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 65-71, 2004.

VALLE, T. L. & LORENZI, J.O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: Contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). **Ciência & Tecnologia**. Brasília, v. 31, n. 1, p. 15-34, 2014.

VASCONCELOS, R. F. B. de et al. Limites de consistência e propriedades químicas de um latossolo amarelo distrocoeso sob aplicação de diferentes resíduos da cana-de-açúcar. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. Viçosa, v. 34, n. 3, p. 639-648, Jun. 2010.

VIDAL, R.A.; TREZZI, M. M. Análise de crescimento de biótipos de leiteira (*Euphorbia heterophylla*) resistentes e suscetível aos herbicidas inibidores da ALS. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa. v. 18, n. 3, p. 427-433, 2000.

VIDAL, R. A. et al. Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 63-69, 2004.

VIDAL, R. A; FLECK, N. G; MEROTTO JR. A. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 387-396, 2005.

VOLL, E. et al. A dinâmica das plantas daninhas e práticas de manejo, **Documento 260**, Londrina: Embrapa Soja, 85 p, 2005.

VOLL, E. et al. Dinâmica de um banco de sementes de plantas daninhas sob diferentes manejos do solo. **Rev. Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 171-178, 2001.

VOLL, E; KARAM, D; GAZZIERO, D. L. P. Dinâmica de populações de trapoeraba (*Comelina benghalensis* L.) sob manejos de solo e de herbicidas. **Rev. Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n. 6, p. 571-578, 1997.

WILSON, A. K. Commelinaceae - a review of the distribution, biology and control of the important weeds belonging to this family. **Rev. Tropical Pest Management**, v. 27, n. 3, p. 405-418, 1981.

ZELAYA, I. A; OVEN, M. D. K; PITTY, A. Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Rev. Ceiba**, v. 38, n. 2, p. 123-135, 1997.