

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS MARECHAL CÂNDIDO RONDON

ALYSSON OLIVEIRA DE CARVALHO

INTERFERÊNCIA E MANEJO QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NA  
MANDIOCA

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2021

ALYSSON OLIVEIRA DE CARVALHO

INTERFERÊNCIA E MANEJO QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NA  
MANDIOCA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de Pós- Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

Orientador: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2021

Oliveira de Carvalho, Alysson  
INTERFERÊNCIA E MANEJO QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS NA  
MANDIOCA / Alysson Oliveira de Carvalho; orientador  
Neumarcio Vilanova da Costa. -- Marechal Cândido Rondon, 2021.  
65 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido  
Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro  
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia,  
2021.

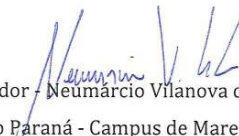
1. Herbicida. 2. Fitotoxidez. 3. Matocompetição. 4.  
Mandioca. I. Vilanova da Costa, Neumarcio, orient. II.  
Título.



## ALYSSON OLIVEIRA DE CARVALHO

Interferência e manejo químico de plantas daninhas na mandioca

Dissertação apresentada à distância, de forma síncrona e por videoconferência, conforme Resolução nº 052/2020 – CEPE, ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Manejo de Culturas, APROVADO pela seguinte banca examinadora:

  
Orientador - Neumárcio Vilanova da Costa

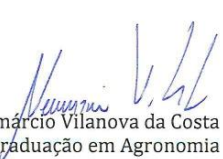
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Vandeir Francisco Guimarães

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Josiane Marlle Guissem

Universidade Estadual do Maranhão (UEMA)

  
Neumárcio Vilanova da Costa  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Marechal Cândido Rondon, 26 de fevereiro de 2021

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu porto seguro que sempre me proporcionou graça incondicional.

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE Campus Marechal Cândido Rondon, pelo apoio.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela disponibilidade da vaga.

A Assistente de Coordenação do PPGA Leila Dirlene Allievi Werlang por todo suporte dados nos processos burocráticos do programa durante o todo período.

Ao conselho nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo, em nível de mestrado.

Aos meus pais (Carlos Saudanha e Maria do Socorro) e irmã (Tássia), e a todos os meus parentes e amigos, por sempre torcerem pelo meu sucesso, nos estudos e na vida.

A minha esposa e parceira Dayana Cristiny Beserra Pereira, pelo carinho e ajuda durante todo o período percorrido.

Ao meu orientador Prof. Dr. Neumárcio Vilanova da Costa pela orientação, paciência, disposição, incentivo, apoio e críticas sempre que necessário.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Agronomia da UNIOESTE, por transmitirem seus conhecimentos vindo a contribuir com minha formação.

Aos colegas do grupo de estudo em matologia do Oeste do Paraná (GEMOP), e aos amigos que fiz no decorrer dessa caminhada.

*Transmita o que aprendeu. Força, maestria.  
Mas fraqueza, insensatez, fracasso também.  
Sim, fracasso acima de tudo. O maior  
professor, o fracasso é. (Yoda, star wars –  
Os últimos jedi)*

## RESUMO

CARVALHO, A. O., Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2021. Interferência e manejo químico de plantas daninhas na mandioca. Orientador: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa.

Na cultura da mandioca, a matocompetição reduz a sua produtividade fazendo-se necessário a adoção de métodos de controle. Portanto, objetivou-se determinar os períodos de interferência das plantas daninhas na cultura em diferentes variedades moderna ou melhorada e tradicional; avaliar a seletividade e a eficiência ao uso de herbicida de maneira isolada, mistura ou aplicação sequencial para o controle das plantas daninhas na variedade da variedade 'IPR B36'; além de avaliar a seletividade e a eficiência das mistura em tanque e de aplicações sequenciais de herbicidas para o controle das plantas daninhas na cultura da mandioca cultivar 'Paraguaia' em plantio convencional e direto. Assim, foram realizados três experimentos. No primeiro experimento foram adotados, blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições no qual a parcela representava a convivência com as plantas daninhas e a subparcelas o período pelo qual coexistiram. Foi avaliado o período crescente de convivência e de controle de plantas daninhas com a cultura, sendo eles 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio além de uma sub parcela totalmente livre de plantas daninhas (testemunha sem convivência) e uma outra subparcela mantida em convivência com as plantas daninhas (testemunha com convivência). No segundo experimento, o delineamento foi o de blocos casualizados com quatro repetições, com os tratamentos testemunha, clomazona  $1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ , S-metolaclo 1,92  $\text{kg ha}^{-1}$ , flumioxazina 0,120  $\text{kg ha}^{-1}$ , S-metolaclo+clomazona [ $1,92+1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], flumioxazina+clomazona [ $0,120+1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], S-metolaclo+flumioxazina [ $1,92+0,120 \text{ kg ha}^{-1}$ ], S-metolaclo/clomazona 1,92/0,120  $\text{kg ha}^{-1}$  e flumioxazina/clomazona 0,120/1,25  $\text{kg ha}^{-1}$ . No terceiro experimento, foi adotado o delineamento de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Em que parcela corresponde ao sistema de plantio direto e convencional e a subparcela corresponde aos tratamentos, testemunha capinada, testemunha sem capina, ametrina+clomazona [ $1,25+1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], flumioxazina+S-metolaclo [ $0,12+1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ ], flumioxazina+clomazona [ $0,12+1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], S-metolaclo+clomazona [ $0,60+1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], sulfentrazone+S-metolaclo [ $0,60+1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ ], flumioxazina+clomazona/S-metolaclo [ $120+1,25/1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ ], sulfentrazone+clomazona/S-metolaclo

[0,60+1,25]/1,92 kg ha<sup>-1</sup>, ametrina+clomazona/S-metolacloro [1,25+1,25]/1,92 kg ha<sup>-1</sup>, flumioxazina+S-metolacloro/clomazona [120+1,92]/1,25 kg ha<sup>-1</sup>, sulfentrazone+S-metolacloro/clomazona [0,60+1,92]/1,25 kg ha<sup>-1</sup> e ametrina+clomazona/clomazona [1,25+1,25]/1,25 kg ha<sup>-1</sup>. Concluiu-se que não foi possível definir o período crítico de prevenção a interferência (PCPI) da cultura, por não apresentar interação entre as variedades analisadas e os períodos de convívio. Entretanto, a matocompetição durante todo o ciclo da cultura reduziu a produtividade de raízes em 15%, evidenciando a necessidade da adoção de medidas de controle das plantas daninhas. O uso de herbicida de modo isolado, mistura ou aplicação sequencial na variedade 'IPR B36', foram seletivos para a cultura da variedade avaliada, e ainda apresentou controle até os 51 dias após o plantio (superior a 80%). A aplicação de herbicidas pré-emergentes em mistura ou sequencial em sistema de cultivo convencional e direto, foram seletivos para a cultura de mandioca variedade 'Paraguaia' em ambos os sistemas, com rendimento satisfatório (superior a 80%) até os 112 dias após o plantio. O uso de herbicidas com aplicação isolada, mistura ou sequencial, foram seletivos a variedade 'IPR B36' não sendo indicado apenas a aplicação da clomazona de forma isolada. A aplicação de herbicidas pré-emergentes em sistema de plantio direto e convencional não apresentou diferença estatística em sua produtividade, sendo indicado fazer a aplicação do produto com menor valor comercial rotacionando de mecanismos de ação.

Palavra chave: herbicida, fitotoxidez, matocompetição.



## ABSTRACT

CARVALHO, A. O., Engenheiro Agrônomo, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro – 2021. Interference and chemical management of weeds in cassava. Orientador: Dr. Neumárcio Vilanova da Costa.

In cassava culture, weed competition reduces its productivity making it necessary to adopt control methods. Therefore, the aim was to determine the periods of weed interference in the crop in different modern/improved and traditional varieties; evaluate the selectivity and efficiency of using herbicide in isolation, mixing or sequential application for the control of weeds in the 'IPR B36' variety; in addition to evaluating the selectivity and efficiency of tank mixes and sequential applications of herbicides for the control of weeds in the cultivar 'Paraguay' in conventional and no-tillage systems. Thus, three experiments were carried out. In the first experiment randomized blocks with subdivided plots and four replications were adopted, in which, the plot represented the coexistence with weeds and the subplot the period they coexisted. The growing period of coexistence and weed control with the crop was evaluated, being 30, 60, 90, 120, 150 and 180 days after planting, in addition to a subplot totally free of weeds (control without coexistence) and another subplot maintained in coexistence with weeds (control with coexistence). In the second experiment, the design was randomized blocks with four replications, with the control treatments, clomazone 1.25 kg ha<sup>-1</sup>, S-metolachlor 1.92 kg ha<sup>-1</sup>, flumioxazin 0.120 kg ha<sup>-1</sup>, S-metolachlor + clomazone [1.92 + 1.25 kg ha<sup>-1</sup>], flumioxazin + clomazone [0.120 + 1.25 kg ha<sup>-1</sup>], S-metolachlor + flumioxazin [1.92 + 0.120 kg ha<sup>-1</sup>], S- metolachlor / clomazone 1.92 / 0.120 kg ha<sup>-1</sup> and flumioxazin / clomazone 0.120 / 1.25 kg ha<sup>-1</sup>. In the third experiment, a randomized block design with subdivided plots and four replications was adopted. In which, each plot corresponds to the conventional and no-tillage system and the sub-plot corresponds to the treatments, weed control, weedless control, ametrine + clomazone [1.25 + 1.25 kg ha<sup>-1</sup>], flumioxazin + S-metolachlor [0, 12 + 1.92 kg ha<sup>-1</sup>], flumioxazin + clomazone [0.12 + 1.25 kg ha<sup>-1</sup>], S-metolachlor + clomazone [0.60 + 1.25 kg ha<sup>-1</sup>], sulfentrazone + S -metolachlor [0.60 + 1.92 kg ha<sup>-1</sup>], flumioxazin + clomazone / S-metolachlor [120 + 1.25] / 1.92 kg ha<sup>-1</sup>, sulfentrazone + clomazone / S-metolachlor [0.60 +1.25] / 1.92 kg ha<sup>-1</sup>, ametrine + clomazone / S-metolachlor [1.25 + 1.25] / 1.92 kg ha<sup>-1</sup>, flumioxazin + S-metolachlor / clomazone [120 + 1, 92] / 1.25 kg ha<sup>-1</sup>, sulfentrazone + S-metolachlor / clomazone [0.60 + 1.92] / 1.25 kg ha<sup>-1</sup> and ametrine + clomazone / clomazone [1.25 + 1.25] / 1.25 kg ha<sup>-1</sup>. It was concluded that it was not possible to define

the critical weed interference prevention period (CPWC) for the crop, as there was no interaction between the varieties analyzed and the periods of interaction. However, weed competition throughout the crop cycle reduced root productivity by 15%, highlighting the need to adopt weed management measures. The use of herbicide in isolation, mixture, or sequential application in the variety 'IPR B36', was selective for the culture in the evaluated variety, and still shown control until 51 days after planting (greater than 80%). The application of pre-emergent herbicides in mixture or sequential in conventional and no-tillage systems, was selective for the cassava culture variety 'Paraguay' in both systems, with satisfactory yield (greater than 80%) until 112 days after the planting. The use of herbicides with isolated, mixed, or sequential application, was selective for the variety 'IPR B36', suggesting that the application of clomazone alone is not recommended. The application of pre-emergent herbicides in no-tillage and conventional systems showed no statistical difference in their productivity, so it is recommended to apply the product with less commercial value by rotating modes of action.

Keywords: herbicide, phytotoxicity, weed competition.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dados pluviométricos a área experimental, precipitação total mensal (mm) e temperatura média mensal (°C), Entre Rios do Oeste, Paraná (2018/2019).....	23
<b>Figura 2.</b> Palhada residual e densidade média das plantas daninhas durante o ciclo das variedades ‘BRS CS01’ 2018/2019.....	32
<b>Figura 3.</b> Palhada residual e densidade média das plantas daninhas durante o ciclo das variedade ‘Fécua branca’ 2018/2019.....	32
<b>Figura 4.</b> Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de plantio direto na variedade ‘BRS CS01’ no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2018.....	33
<b>Figura 5.</b> Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de plantio direto na variedade ‘Fécua branca’ no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2018.....	34
<b>Figura 6.</b> Número de raiz fibrosa. Raiz tuberosa, caule e folha durante o período experimental 2018/2019.....	37
<b>Figura 7.</b> Número de raízes das plantas de mandioca nas duas variedades, ‘BRS CS01’ e ‘Fécua branca’, durante o período experimental 2018/2019.....	38
<b>Figura 8.</b> Massa seca em g planta <sup>-1</sup> de acordo com os períodos de avaliação da Maniva, Caule, Raiz, Folha e massa seca total da cultura durante o período experimental 2018/2019.....	40
<b>Figura 9.</b> Massa seca em g planta <sup>-1</sup> das folhas de acordo com os períodos de avaliação, nas duas variedades durante o período experimental 2018/2019.....	41
<b>Figura 10.</b> Área foliar das plantas de mandioca (cm <sup>2</sup> ) durante o período experimental 2018/2019.....	42
<b>Figura 11.</b> Massa fresca de raiz (kg planta <sup>-1</sup> ) das plantas de mandioca durante o período experimental 2018/2019.....	43
<b>Figura 12.</b> Teor de fécula (%) das plantas de mandioca durante o período experimental 2018/2019.....	43
<b>Figura 13.</b> Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) variedade ‘IPR B36’ após a aplicação dos herbicidas.....	46
<b>Figura 14.</b> Controle de plantas daninhas (%) na variedade ‘IPR B36’ em função dos períodos de avaliação.....	48

<b>Figura 15.</b> Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) em sistema de plantio convencional em função dos períodos de aplicação.....	54
<b>Figura 16.</b> Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) em sistema de plantio direto em função dos períodos de aplicação.....	55
<b>Figura 17.</b> Controle de plantas daninhas (%) em sistema de convencional em função dos períodos de avaliação.....	56
<b>Figura 18.</b> Controle de plantas daninhas (%) em sistema de convencional em função dos períodos de avaliação.....	57

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Tratamentos utilizados em plantio da variedade ‘IPR B36’, no município de Umuarama – PR.....	27
<b>Tabela 2.</b> Tratamentos utilizados em plantio Convencional e Direto das plantas da mandioca da variedade ‘Paraguaia’ .....	28
<b>Tabela 3.</b> Relação das plantas daninhas presentes na área experimental por família, espécie e nome vulgar para variedades ‘BRS CS01’ e ‘Fécua branca’ 2018/2019.....	31
<b>Tabela 4.</b> Análise de variância dos resultados de número de raízes fibrosas, número de raízes tuberosas, número de caule, número de folhas, área foliar (cm <sup>2</sup> ), raízes frescas (kg planta <sup>-1</sup> ) e teor de fécula (%) das variedades de mandioca. 1º ciclo.....	37
<b>Tabela 5.</b> Análise de variância dos resultados de massa seca (g planta <sup>-1</sup> ) das variedades de mandioca. 1º ciclo.....	39
<b>Tabela 6.</b> Análise de variância dos resultados de produção, fécula (t planta <sup>-1</sup> ) e teor de fécula (%), das variedades de mandioca. 1º ciclo.....	45
<b>Tabela 7.</b> Massa seca total de plantas daninhas na variedade ‘IPR B36’, 138 dias após plantio.....	50
<b>Tabela 8.</b> Média do Estande de plantas, massa de raízes hectare <sup>-1</sup> e porcentagem de fécula na variedade ‘IPR B36’ .....	51
<b>Tabela 9.</b> Média da massa seca total de plantas daninhas em sistema de convencional e planto direto.....	52
<b>Tabela 10.</b> Produtividade e Teor de Fécula em sistema de plantio convencional e plantio direto.....	59

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1.	CULTURA DA MANDIOCA.....	17
2.2	INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS.....	17
2.3	CONTROLE MECÂNICO E QUÍMICO.....	19
2.4	MANEJO CULTURAL.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1	EXPERIMENTO 1.....	21
3.2	EXPERIMENTO 2.....	26
3.3	EXPERIMENTO 3.....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCCUSÃO.....</b>	<b>30</b>
4.1	EXPERIMENTO 1.....	30
4.2	EXPERIMENTO 2.....	44
4.3	EXPERIMENTO 3.....	49
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem uma importante participação na alimentação humana (CONAB, 2020). Sua produção tem como principal destino a produção de farinha, fécula e o seu consumo in natura. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de mandioca do mundo, apresentando uma produção de 17,4 milhões de toneladas em uma área plantada de 1,2 milhões de hectares, ficando atrás de Nigéria, Tailândia, Congo e Gana (FAOSTAT, 2021).

Apesar da cultura da mandioca possuir uma rusticidade, para atingir seu potencial genético máximo, o ideal que as condições de cultivo sejam adequadas. A matocompetição pode reduzir a produtividade e até a levar a inviabilidade de produção.

Por apresentar crescimento inicial lento, a competição por água luz e nutrientes acarreta a necessidade do manejo de plantas daninhas intenso neste período (Silva et al. 2012; Azevedo et al. 2000; Johanns & Contiero 2006, Albuquerque et al. 2008, Biffe et al. 2010).

Assim, o conhecimento da capacidade de interferência de plantas daninhas sobre as culturas se faz fundamental na tomada de decisão para realização do controle (Vidal et al. 2004). De acordo com alguns dados de pesquisa, o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) na cultura da mandioca pode chegar até os 90 dias após o plantio (Johanns & Contiero 2006, Albuquerque et al. 2008, Biffe et al. 2010).

Apesar do controle de plantas daninhas ser custoso e necessário para evitar perda de produtividade não se faz necessário manter a cultura no limpo durante todo o ciclo, sendo assim essencial direcionar o controle de acordo com o período crítico de interferência (PCPI) das plantas daninhas na mandioca, sendo de 25 a 90 dias após o plantio para mandiocas de primeiro ciclo (Carvalho et al., 2004, Johanns e Contiero, 2006, Albuquerque et al., 2008; Biffe et al., 2010).

Para evitar os danos da matocompetição, tem-se utilizado principalmente o controle químico devido ao seu elevado rendimento de operação e seletividade a cultura da mandioca, uma vez que há baixa disponibilidade de mão de obra no campo para a realização de capinas manual (Silveira et al., 2013). Contudo, existem poucos herbicidas registrados para a cultura, reflexo do baixo impacto da mandioca no cenário econômico nacional quando comparada às culturas da soja, milho e cana-de-açúcar (Oliveira et al. 2001; Silva et al., 2009).

Os preparos de solo na cultura da mandioca tem influência direta sobre a densidade do solo, o qual o sistema de plantio convencional veio a apresentar uma redução na compactação e resistência à penetração das raízes, diferente do sistema de plantio direto que veio a reduzir os problemas com perda de umidade no solo e diminuiu o risco de erosão, favorecendo um desenvolvimento adequando as raízes da cultura (Oliveira, 2001; Tormena et. al., 2002).

Desta maneira, as hipóteses da presente pesquisa foram que os períodos de interferência para a cultura da mandioca pode ser distinto de acordo com o nível de tolerância das variedades a matocompetição para o primeiro ciclo da cultura, cultivada sob o sistema de plantio direto. A adoção de estratégias para a aplicação de herbicidas em forma isolada, mistura ou de forma sequencial, depende principalmente de que sejam seletivos à cultura e apresentem um controle eficiente das plantas daninhas. Acredita-se que a adoção de estratégias para a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência em mistura e de forma sequencial, sendo ele em sistema de plantio convencional ou direto, depende principalmente de que sejam seletivos à cultura e apresentem um controle eficiente das plantas daninhas.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade das variedades de mandioca ‘BRS CS01’ e Fécula branca com convivência e sem convivência com plantas daninhas. Avaliar a seletividade e eficiência de herbicidas pré-emergentes na mandioca cv ‘IPR B36’, em solo arenoso e avaliar a seletividade e a eficiência das mistura em tanque e de aplicações sequenciais de herbicidas para o controle das plantas daninhas na cultura da mandioca cultivar ‘Paraguaia’ em plantio convencional e direto.



## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. CULTURA DA MANDIOCA**

Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um arbusto perene pertencente à família das Euforbiáceas e vem a ser considerado um alimento básico para mais de um bilhão de pessoas em 105 países (Souza, 2016).

A mandioca se tornou uma cultura com grande importância no cenário agrícola brasileiro. Servindo de alimento básico a população, ocasionalmente consumida na forma de farinha e outros derivados, também é uma fonte de amido para a indústria alimentícia, de papel e têxtil, entre outras.

A cultura apresenta grande rusticidade, sendo pouco exigente em sua fertilidade do solo e se apresentando bem adaptada a solos mais ácidos e regiões com poucas chuvas. Está entre as maiores fontes de alimento do mundo, sendo considerada a terceira dela, após o arroz e o milho, tendo papel fundamental na segurança alimentar, principalmente nas regiões tropicais (Kolawole et al., 2010; Ajayi e Olutumise, 2018).

No Brasil a área cultivada chega próxima aos 1,2 milhões de hectares gerando uma produção de 17,4 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2021).

Acredita-se que a região Amazônica seja o local o qual a mandioca apresenta o maior aproveitamento ou utilização. O que acaba levando pesquisadores a considerarem a região como o local de origem e domesticação da cultura (Muhlen et al. 2000).

### **2.2. INTERFERÊNCIAS DE PLANTAS DANINHAS**

Dentre as perdas relacionadas à produção de mandioca, destaca-se principalmente a interferência causada pelas plantas daninhas, ao emprego de práticas de manejo inadequadas ou pouco eficientes, além da escassez de informações referentes à dinâmica da comunidade das plantas daninhas nas áreas de cultivo, e do grau de interferência imposta sobre a cultura, para que possa subsidiar a integração dos métodos de manejo.

O grau de interferência pode ser definido como a redução percentual da produção econômica de determinada cultura, provocada pela interferência da comunidade infestante e dentre os processos de maior importância destacam-se a competição e a alelopatia (Pitelli, 1985, Knezevic et al., 2002).

Vale ressaltar que a redução da produção de raízes também pode ser justificada pela interferência das plantas daninhas na atividade fotossintética das plantas de mandioca (Aspiazú et al., 2010).

Desta forma, vários pesquisadores verificaram que a convivência da comunidade de plantas daninhas com a cultura da mandioca pode ocasionar redução da produção de raízes em 89,8 a 100% (Moura, 2000; Johanns & Contiero, 2006; Albuquerque et al., 2008; Biffe et al., 2010). O conhecimento da capacidade de interferência de plantas daninhas sobre as culturas torna-se importante na tomada de decisão para realização do controle (Vidal et al., 2004).

Os estudos sobre interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas objetivam determinar os períodos críticos de competição entre culturas e comunidades infestantes. Estes períodos podem ser definidos como Período Anterior à Interferência (PAI), Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) e Período Crítico de Prevenção à Interferência (PCPI) (Pitelli & Durigan, 1984).

Contudo, estes períodos são estabelecidos considerando critérios arbitrários de perda aceitável da produção ou parâmetros estatísticos como a diferença mínima estatísticas dos testes de médias (DMS), que às vezes não refletem o custo real de controle das plantas daninhas.

Alternativamente, Vidal et al. (2005) ressaltam o uso de aspectos econômicos (custo de controle e o valor monetário da cultura) como critério para determinar o período aceitável de interferência das plantas daninhas antes de se decidir pelo seu controle, e sugeriram a determinação do Período Anterior ao Dano no Rendimento Econômico (PADRE).

Deste modo, a comparação das metodologias de determinação dos períodos de interferência das plantas daninhas na cultura da mandioca pode contribuir para a definição dos melhores critérios de estabelecimento do PCPI ou PADRE.

Portanto, acredita-se que a adoção de estratégias para a aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência em mistura e de forma sequencial, sendo ele em sistema de plantio convencional ou direto, depende principalmente de que sejam seletivos à cultura e apresentem um controle eficiente das plantas daninhas. Deste modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a seletividade e a eficácia em mistura em tanque e de aplicações sequenciais de herbicidas para o controle das plantas daninhas na cultura da mandioca cultivar 'Paraguaia' em plantio convencional e direto.

### 2.3. CONTROLE MECÂNICO E QUÍMICO

No método mecânico, o preparo periódico do solo promove o controle de plantas daninhas por meio do efeito mecânico de quebra, do arranque e da exposição das estruturas das plantas à secagem pelo sol, fato que promove a redução do banco de sementes do solo (Silva et al., 2006).

Segundo Otsubo et al. (2008), o plantio direto ou o cultivo mínimo associado ao uso de plantas de cobertura do solo pode aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção de mandioca e auxiliar no controle das daninhas, pois oferece melhores condições ao crescimento e desenvolvimento da cultura, fornecendo vantagens na competição com as invasoras.

O não revolvimento do solo permite maior espaço de tempo útil para o plantio, que deve ser realizado quando o solo apresenta teor de água suficiente para a brotação das manivas (Gabriel Filho et al., 2003). Almeida (1991) relata que a cobertura morta, principalmente de aveia (*Avena strigosa*), exerce efeitos alelopáticos sobre várias espécies de plantas daninhas, reduzindo o crescimento e a interferência dessas espécies sobre a cultura principal.

O controle químico apresenta-se como excelente alternativa para o manejo das plantas daninhas, na cultura da mandioca, por permitir a intervenção em grandes áreas, com pouca dependência de mão de obra e rapidez na aplicação (Silva et al. 2012, Silveira et al. 2012).

Para evitar os danos causados pela matocompetição, tem-se utilizado principalmente o controle químico devido ao seu elevado rendimento da operação e seletividade a cultura da mandioca, uma vez que há baixa disponibilidade de mão de obra no campo para a realização de capinas manuais (Silveira et al., 2013).

Contudo, existem poucos herbicidas registrados para a cultura, reflexo do baixo impacto da mandioca no cenário econômico nacional quando comparada às culturas da soja, milho e cana-de-açúcar (Oliveira et al. 2001; Silva et al., 2009).

Atualmente os herbicidas: Ametrina, Clethodim, Clomazona, Isoxaflutole, Metribuzin, dimetanamida-p, S-metolacloro, flumioxazina, flusifope-p-butílico e a mistura comercial [ametrina + clomazona] são registrados para a cultura, sendo a maioria pré-emergentes (Agrofit, 2021).

Apesar de o controle químico apresentar vantagens sobre os demais métodos de controle de plantas daninhas, deve-se ressaltar que este só pode ser praticado com o uso de herbicidas seletivos para a cultura.

Segundo Velini et al. (2000), para ser recomendado de forma definitiva e indiscriminada, para determinada cultura, um herbicida deve demonstrar seletividade às cultivares mais comuns desta cultura. Estes autores definem a seletividade como a capacidade de um determinado herbicida eliminar as plantas daninhas encontradas em uma cultura, sem reduzir-lhe a produtividade.

## **2.4. MANEJO CULTURAL**

A cultura da mandioca geralmente vem sendo cultivada no sistema de plantio convencional, o qual se realiza o revolvimento do solo com aração e gradagem para a que se incorporem restos culturais e plantas daninhas, calagem e sistematização da área antes do plantio.

Contudo, o sistema de plantio convencional vem a favorecer a degradação das estruturas físicas e químicas do solo, a ocorrência de erosão após chuvas elevadas e intensas, além de estimular o crescimento das plantas daninhas presentes no banco de sementes.

Em contrapartida, o sistema de plantio direto tem-se apresentado como método alternativo para conservação do solo e pode contribuir na sustentabilidade da cultura da mandioca (Gabriel Filho et al., 2000; Otsubo et al., 2008; Figueiredo et al., 2017).

O plantio direto é caracterizado pelo pouco revolvimento do solo e a formação de uma cobertura com restos vegetais sobre a superfície do solo, sendo que a manutenção desses restos vegetais presentes na superfície do solo, além de protegê-lo da radiação solar, dissipa a energia de impacto das gotas de chuva, minimiza a evaporação da água e aumenta a eficiência da ciclagem dos nutrientes.

Podendo ainda vir a modificar e reduzir significativamente sua intensidade de infestação de plantas daninhas em áreas de plantio, devido às alterações das condições para a germinação e emergência de plântulas, em detrimento do efeito físico da cobertura da palha assim como também a possível liberação de substâncias alelopáticas (Araújo & Rodrigues, 2000; Severino & Christoffoleti, 2001; Jakelaitis et al., 2003; Mateus et al., 2004).

De acordo com Otsubo et al. (2012), o plantio direto da mandioca da cultivar 'IAC15' sobre a palhada de aveia sendo uma alternativa sustentável para a produção da cultura, podendo até dispensar o uso de herbicidas para o controle de plantas daninhas.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. EXPERIMENTO 1**

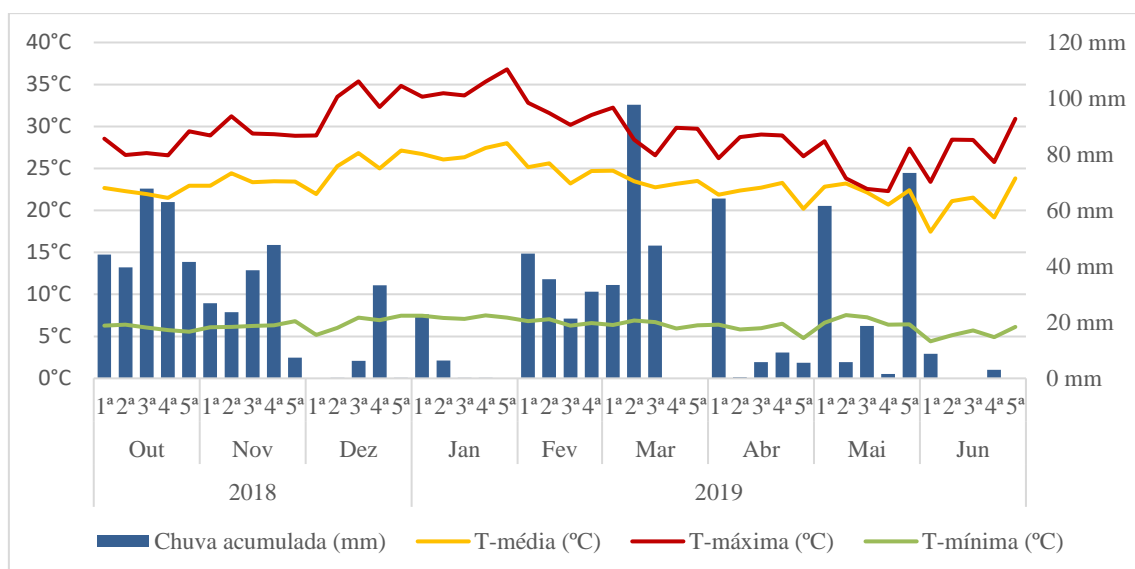
##### **3.1.1. Local do experimento**

O experimento realizado no período de 36 meses e conduzido em condições de campo, na Fazenda Experimental Entre Rios, distante 30,0 km da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus de Marechal Cândido Rondon, apresentando as seguintes coordenadas: Latitude: - 24.7066 S, Longitude: -54.2433 W e 260 m de altitude.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf), de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Antes da instalação dos experimentos foi realizada a amostragem do solo até a profundidade de 20 cm para a determinação das características físicas e químicas.

O Experimento correspondente ao período do 1º ciclo de cultivo no ano agrícola de 2018/2019.

Abaixo na Figura 1, são apresentados os dados pluviométricos e temperaturas 293 médias mensais do local do experimento.



**Figura 1.** Dados pluviométricos a área experimental, precipitação total mensal (mm) e temperatura média mensal (°C), Entre Rios do Oeste, Paraná (2018/2019).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as variedades ‘Fécula branca’ e ‘BRS CS01’, enquanto que nas subparcelas serão alocados oito períodos de convivência da cultura com as plantas daninhas.

Os períodos crescentes de convivência e de controle das plantas daninhas com a cultura serão 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o plantio, além de uma subparcela mantida totalmente livre da convivência com as plantas daninhas (testemunha no limpo) e outra subparcela mantida na convivência com as plantas daninhas (testemunha do mato) até a ocasião da colheita.

Cada subparcela foi constituída de quatro linhas espaçadas em 0,90 m e 8 m de comprimento, totalizando assim uma área total de 28,8 m<sup>2</sup>. O controle das plantas daninhas ao final de cada período de convivência foi realizado por meio de capina manual.

Período antes do plantio, em março de 2018, a área experimental foi rotacionada com a cultura da aveia (*Avena sativa* – 80 kg ha<sup>-1</sup>), semeadas mecanicamente no espaçamento de 0,20 m. A adubação de base e de cobertura foi realizada conforme a análise de solo e recomendação da cultura.

No período de julho a agosto de 2018, 30 dias antes do plantio das variedades de mandioca a aveia foi dessecada com auxílio de pulverizador tratorizado utilizando-se o herbicida glyphosate na dose de 1.080 g ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido.

O plantio das variedades foi realizado a partir de agosto 2018, no sistema de plantio direto.

A caracterização e estudo fitossociológico da comunidade de plantas daninhas ao final de cada período de convivência e controle foi realizada por meio do método do quadrado inventário, utilizando-se quadros de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m), lançados ao acaso em cada subparcela. Em cada unidade experimental foi amostrado um quadro, identificando-se as plantas daninhas segundo família, gênero e espécie, determinando também o número presente de cada espécie por quadro.

A partir da contagem das espécies presentes, foram calculados os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade relativa (Dr), frequência relativa (Fr), abundância relativa (Ar), índice de importância relativa (Ir), segundo as fórmulas propostas por Mueller-Dombois & Elleberg (1974) e Braun-Blanquet (1979).

As plantas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até atingir massa constante e, posteriormente, pesada em balança de precisão (0,001g).

Ao final de cada período de convivência e de controle foram coletadas duas plantas de mandioca na penúltima posição das linhas centrais das subparcelas e avaliadas: a altura de plantas (cm), a área foliar (cm<sup>2</sup>), o número de raízes, índice de colheita (%) e teor de fécula (%).

Por ocasião da colheita da mandioca para a determinação da produtividade de raízes (kg ha<sup>-1</sup>), foram coletadas as plantas nas duas linhas centrais das subparcelas, e após serem limpas e serão pesadas em balança de precisão de 0,1 g.

A característica Índice de Colheita (IC) foi avaliada utilizando-se a metodologia proposta por Albuquerque et al. (2008).

As características, teor de fécula das raízes serão determinadas pelo método da balança hidrostática (Grossmann & Freitas, 1950), admitindo-se zero para as medidas inferiores a cinco quilogramas de raízes.

Para a determinação do Período Anterior à Interferência (PAI), do Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI), do Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI) e do Período Crítico de Prevenção da Interferência (PCPI) foram utilizados os dados de produtividade de raízes e de fécula, submetidos à análise estatística de regressão, sendo as equações escolhidas com base nos modelos significativos, normalidade, lógica biológica e elevado R<sup>2</sup>.

A determinação dos períodos PAI, PTPI e PCPI foram baseados na perda aceitável de 5% da produtividade de raízes e de fécula.

O Período Anterior ao Dano no Rendimento Econômico (PADRE) será determinado conforme metodologia proposta por Vidal et al. (2005). Pela definição

proposta para o PADRE, a perda de rendimento tolerada na cultura (PR) deve ser equivalente ao custo de controle (CC).

Sendo assim, o custo de controle é baseado no preço de herbicidas por área tratada mais o custo de aplicação e, a perda de rendimento da cultura é obtida por meio da perda percentual diária (PR) multiplicada pela pelo rendimento da cultura (RC) e multiplicado pelos dias de convivência das plantas daninhas após a emergência da cultura (DM).

$$CC = PR \times RC \times DM \text{ (equação 1)}$$

Isolando-se o DM, obtém-se:

$$DM = PADRE = \frac{(CC)}{(PR \times RC)} \text{ (equação 2)}$$

As perdas de rendimento (PR) de raízes, de fécula e de farinha por dia de convivência da cultura com as plantas daninhas serão obtidas pelos ajustes ao modelo de regressão não-linear proposto por Cousens (1985) apud Fleck et al. (2002) conforme a equação 3.

$$PR = \frac{(i \times X)}{[1 + ((\frac{i}{a}) \times X)]} \text{ (equação 3)}$$

Em que PR = perda de rendimento (%); X = período de convivência das plantas daninhas com a cultura; i e a = perdas de rendimento (%) por dia de convivência quando o valor da variável se aproxima de zero e quando tende ao infinito, respectivamente.

No modelo sugerido por Vidal et al. (2005) equação 2, também serão inseridos o preço pago pelas raízes e fécula de mandioca (PC), bem como o nível de eficiência do herbicida em porcentagem (E), conforme adaptação do trabalho de Fleck et al. (2002).

$$PADRE = \frac{(CC)}{[PC \times R \times (\frac{i}{100}) \times (\frac{E}{100})]} \text{ (equação 4)}$$

Desta forma, para cálculo do PADRE, será considerado os custos do controle das plantas daninhas (CC) na época da colheita, determinados com base no manejo adotado pelos mandiocultores da região oeste do Paraná em cultivos de 1º e 2º ciclos de



acordo com informações da Associação Técnica das Indústrias de Mandioca do Paraná – Atimop.

Para os preços pelas raízes e fécula de mandioca (PC) serão utilizados valores de R\$ 70,00 a 600,00 t<sup>-1</sup>; de R\$ 400,00 a 3.000,00 t<sup>-1</sup> e de R\$ 15,00 a 150,00 t<sup>-1</sup>, respectivamente (valores pagos no extremo oeste paranaense no período de 2005 a 2020, conforme dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada-CEPEA-ESALQ/USP-CEPEA 2017).

Para os rendimentos (R) de raízes e de fécula serão adotados os valores obtidos nas subparcelas no limpo de cada variedade avaliada; i = porcentagem de perda diária de rendimento da cultura, obtido pela equação 3; e os valores para eficiência do herbicida (E) será de 90% de controle.

Para o experimento, os dados das características avaliadas em função dos períodos de convivência e de controle serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias serão submetidas à análise estatística de regressão, sendo as equações escolhidas com base nos modelos significativos, aprovados no teste de normalidade, lógica biológica e de elevado R<sup>2</sup>.

Os dados obtidos para o PADRE serão aplicados em gráficos de superfície construídos a partir de modelos múltiplos de regressão, sendo as equações escolhidas com base nos modelos significativos, aprovados no teste de normalidade, lógica biológica e de elevado R<sup>2</sup>. Para futuras comparações, o valor do dólar no período experimental será de: US\$1,00 = R\$ 3,15 (o valor do dólar será atualizado no final do projeto).

## **3.2. EXPERIMENTO 2**

### **3.2.1. Local do experimento**

O projeto de pesquisa foi desenvolvido na Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional de Umuarama – PR, localizada nas coordenadas 23°47'30.9"S 53°15'05.4"W e altitude de 402 m. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico de textura arenosa (EMBRAPA, 2017).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tratamentos utilizados em plantio da variedade ‘IPR B36’, no município de Umuarama – PR.

Tratamentos	Primeira aplicação	Segunda aplicação
	11/10/2017	17/11/2017
kg ha <sup>-1</sup>		
testemunha	-	-
clomazona	1,25	-
S-metolaclo-ro	1,92	-
flumioxazina	0,120	-
[S-metolaclo-ro+clomazona]	[1,92+1,25]	-
[flumioxazina+clomazona]	[0,120+1,25]	-
[S-metolaclo-ro+flumioxazina]	[1,92+0,120]	-
S-metolaclo-ro / clomazona	1,92	1,25
flumioxazina+clomazona	0,120	1,25

As parcelas possuíam 18 m<sup>2</sup> e espaçamento 0,9 X 0,57 m entre plantas de mandioca ‘IPR B36’.

A mandioca foi plantada em outubro de 2017 e a colheita foi realizada 10 meses após o plantio, em agosto de 2018, sendo que, a primeira aplicação dos herbicidas ocorreu após a germinação das manivas quando os brotos da mandioca possuíam 1,5 a 2,0 cm de comprimento.

As condições do tempo temperatura, umidade e velocidade do vento durante as aplicações foram de 27°C, 80% e 0,9 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

A aplicação sequencial dos herbicidas ocorreu 36 dias após a primeira aplicação, com as condições do tempo temperatura, umidade e velocidade do vento de 27,8°C, 36,9% e 1,3 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para as aplicações, utilizou-se pulverizador pressurizado CO<sub>2</sub> a 2,4 Kgf pol<sup>-2</sup>, munido de barra com seis bicos (modelo Magno Jet 11002 AD) distanciados de 0,5 m entre si, proporcionando vazão da calda de 200L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações de fitointoxicação nas plantas de mandioca, e de controle das plantas daninhas ocorreram de forma visual, com base na escala percentual de notas, o

qual 0 (zero) correspondeu a nenhuma fitotoxidez presente na planta de mandioca ou nenhum controle das plantas daninhas, e 100 (cem) à morte das plantas de mandioca ou total controle das plantas daninhas (SBCPD 1995).

Os critérios usados para o estabelecimento das notas foram: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias ou controle, capacidade de rebrota das plantas e quantidade de plantas mortas. As avaliações foram realizadas aos 5, 15, 21, 28, 35, 43, 48 e 55 dias após a aplicação dos herbicidas (DA1<sup>a</sup>A).

Aos 132 DA1<sup>a</sup>A, as plantas daninhas presentes em cada experimento foram coletadas por meio da amostragem com um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5x 0,5 m) lançado uma vez ao acaso em cada parcela. As plantas daninhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, até atingir massa constante, em seguida, pesadas em balança de precisão (0,001g).

Durante a colheita das raízes de mandioca, coletaram-se as plantas das duas linhas centrais das parcelas, desconsiderando-se uma planta de cada extremidade das linhas. Após a pesagem das raízes, determinou-se a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>).

Para determinação da porcentagem de fécula, foi coletada, de cada parcela, uma amostra de 5,0 kg de raízes, utilizando-se o método da balança hidrostática (Grossman & Freitas 1950). Os dados foram transformados para produtividade de fécula (Kg ha<sup>-1</sup>).

Os resultados de fitotoxidez foram apresentados graficamente utilizando-se o erro do desvio padrão das médias, enquanto que produtividade de raiz, produtividade de fécula e massa seca de plantas daninhas foram submetidos a teste F ao teste de comparação de médias Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

### **3.3. EXPERIMENTO 3**

#### **3.3.1. Local do experimento**

O experimento foi realizado na unidade experimental da Associação Técnica da Indústria de Mandioca do Paraná (ATIMOP), no município de Marechal Cândido Rondon – Paraná, com as coordenadas geográficas -24.5110 S, -54.3021 W, com altitude aproximada de 218 m e solo caracterizado como Latossolo Vermelho eutroférico, durante o ano agrícola 2018/ 2019.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos estão descritos na Tabela 2.

**Tabela 2.** Tratamentos utilizados em plantio Convencional e Direto das plantas da mandioca da variedade ‘Paraguaia’.

Tratamentos	Primeira aplicação	Segunda aplicação
	05/09/2018	22/10/2018
	kg ha <sup>-1</sup>	
Testemunha	-	-
[ametrina+clomazona]	[1,25+125]	-
[flumioxazina+ S-metolacloro]	[0,120+1,92]	-
[flumioxazina+clomazona]	[0,120+1,25]	-
[sulfentrazona+clomazona]	[0,60+1,25]	-
[sulfentrazona+S-metolacloro]	[0,60+1,92]	-
[flumioxazina+clomazona]/S-metolacloro	[0,120+1,25]	1,92
[sulfentrazona+clomazona]/S-metolacloro	[0,60+1,25]	1,92
[ametrina+clomazona]/S-metolacloro	[1,25+1,25]	1,92
[flumioxazina+S-metolacloro]/clomazona	[0,120+1,92]	1,25
[sulfentrazona+S-metolacloro]/clomazona	[0,60+1,92]	1,25
[ametrina+clomazona]/clomazona	[1,25+1,25]	1,25

As parcelas possuíam 18 m<sup>2</sup> e espaçamento 0,9 X 0,9 m entre plantas de mandioca ‘Paraguaia’.

A mandioca foi plantada em setembro de 2018 e a colheita foi realizada 10 meses após o plantio, em julho de 2019, sendo que, a primeira aplicação dos herbicidas ocorreu após a germinação das manivas quando os brotos da mandioca possuíam 15 a 20 cm de comprimento. As condições do tempo temperatura, umidade e velocidade do vento durante as aplicações foram de 23,5°C, 48% e 1,4 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

Estudos mostram que a aplicação sequencial de herbicidas é uma alternativa interessante para o controle de plantas daninhas, já que o parcelamento da dose acaba aumentando o efeito de ação dos herbicidas por um período mais longo (Alonso, 2013).

A aplicação sequencial dos herbicidas ocorreu 48 dias após a primeira aplicação, com as condições do tempo temperatura, umidade e velocidade do vento de 30°C, 34% e 1,5 m s<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para as aplicações, utilizou-se pulverizador pressurizado CO<sub>2</sub> a 2,4 Kgf pol<sup>-2</sup>, munido de barra com seis bicos (modelo Magno Jet 11002 AD) distanciados de 0,5m entre si, proporcionando vazão da calda de 200L ha<sup>-1</sup>.

As avaliações de fitointoxicação nas plantas de mandioca, e de controle das plantas daninhas ocorreram de forma visual, com base na escala percentual de notas, o qual 0 (zero) correspondeu a nenhuma fitotoxidez presente na planta de mandioca ou nenhum controle das plantas daninhas, e 100 (cem) à morte das plantas de mandioca ou total controle das plantas daninhas (SBCPD 1995).

Os critérios usados para o estabelecimento das notas foram: inibição do crescimento, quantidade e uniformidade das injúrias ou controle, capacidade de rebrota das plantas e quantidade de plantas mortas. As avaliações foram realizadas aos 30, 44, 55, 63, 78, 90 e 103 dias após a aplicação dos herbicidas (DA1<sup>a</sup>A).

Aos 103 DA1<sup>a</sup>A, as plantas daninhas presentes em cada experimento foram coletadas por meio da amostragem com um quadro de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 x 0,5 m) lançado uma vez ao acaso em cada parcela.

As plantas daninhas coletadas foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C, até atingir massa constante, em seguida, pesadas em balança de precisão (0,001g).

Durante a colheita das raízes de mandioca, coletaram-se as plantas das duas linhas centrais das parcelas, desconsiderando-se uma planta de cada extremidade das linhas. Após a pesagem das raízes, determinou-se a produtividade (Kg ha<sup>-1</sup>).

Para determinação da porcentagem de fécula, foi coletada, de cada parcela, uma amostra de 5,0 kg de raízes, utilizando-se o método da balança hidrostática (Grossman & Freitas 1950). Os dados foram transformados para produtividade de fécula (Kg ha<sup>-1</sup>).

Os resultados de fitotoxidez foram apresentados graficamente utilizando-se o erro do desvio padrão das médias, enquanto que produtividade de raiz, produtividade de fécula e massa seca de plantas daninhas foram submetidos a teste F ao teste de comparação de médias Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

##### **4.1. EXPERIMENTO 1**

As comunidades de plantas daninhas presentes no Experimento 1 foram compostas por 4 famílias e 6 espécies, destacando-se as classes Euphorbiaceae e Poaceae com o maior número das espécies presentes na área (Tabela 3).

Destacando que de todas as espécies apresentadas nem todas estiveram presentes durante todo o experimento, devido a algumas terem ciclo anual e acabarem dando lugar a outras espécies provenientes do banco de sementes.

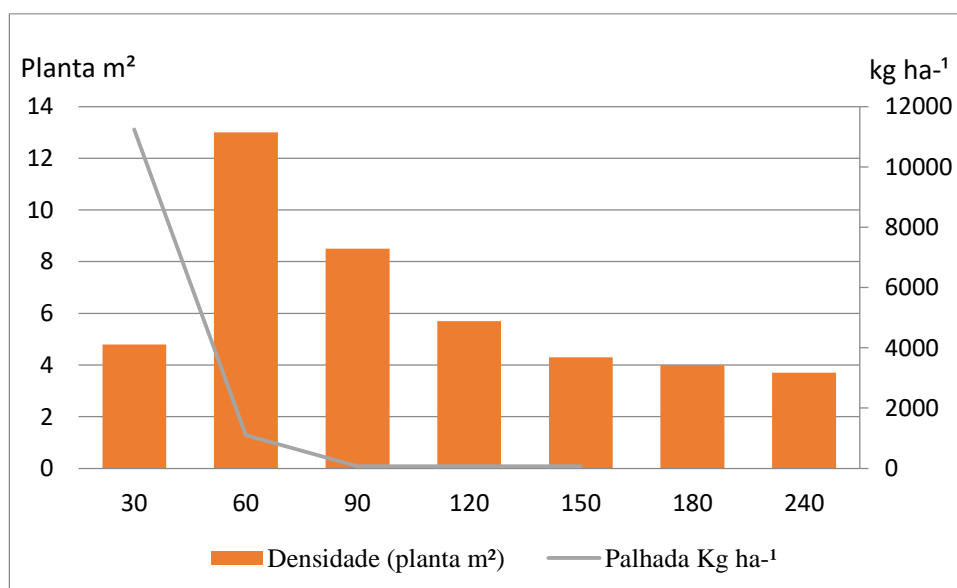
Segundo estudos de Albuquerque (2008) a planta daninha que apresentou maior interferência sobre a produtividade da mandioca, foi *Bidens pilosa*, e que outras espécies tem uma germinação tardia, pelo fato das sementes estarem em estado de dormência, aguardando condições ideais para germinação.

**Tabela 3.** Relação das plantas daninhas presentes na área experimental por família, espécie e nome vulgar para variedades ‘BRS CS01’ e ‘Fécua branca’ 2018/2019.

Família	Espécie	Nome vulgar
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus niruri</i>	Quebra pedra
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso

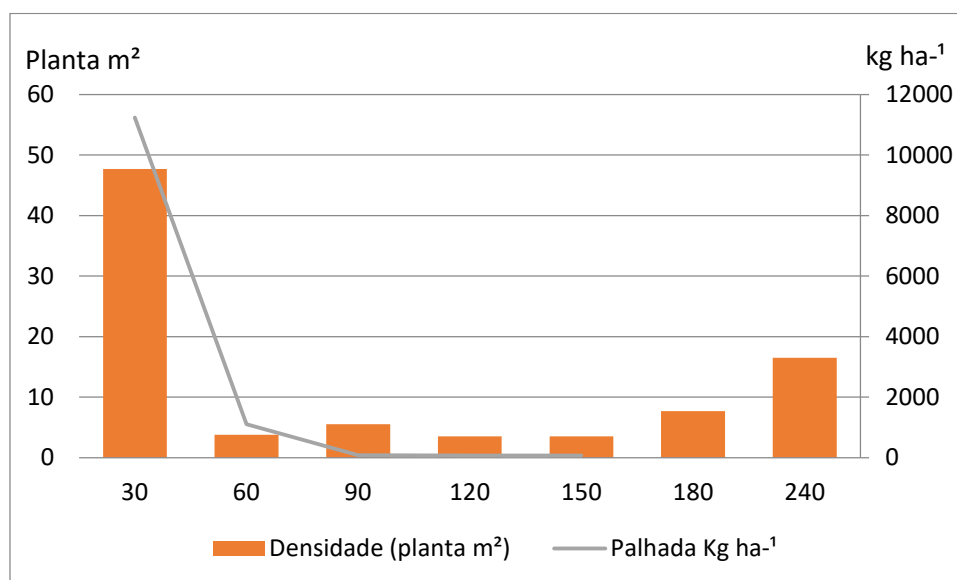
Na Figura 2 são apresentados os dados de densidade de plantas daninhas por metro quadrado (plantas m<sup>2</sup>), e a quantidade MS de palhada de aveia (t ha<sup>-1</sup>), dos resíduos cultural da safra anterior ao plantio.

A comunidade de plantas daninhas atingiu as maiores densidades aos 60 DAP (13 plantas m<sup>2</sup>) na cultivar ‘BRS CS01’ (Figura 3). Entretanto, a partir dos 90 DAP, verificou-se um decréscimo na densidade de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura.



**Figura 2.** Palhada residual e densidade média das plantas daninhas durante o ciclo das variedades 'BRS CS01' 2018/2019.

A comunidade de plantas daninhas atingiu as maiores densidades aos 30 DAP (47 plantas m<sup>2</sup>) na cultivar 'Fécula branca' (Figura 3), Entretanto, a partir dos 90 DAP, verificou-se um decréscimo na densidade de plantas daninhas até o final do ciclo da cultura.



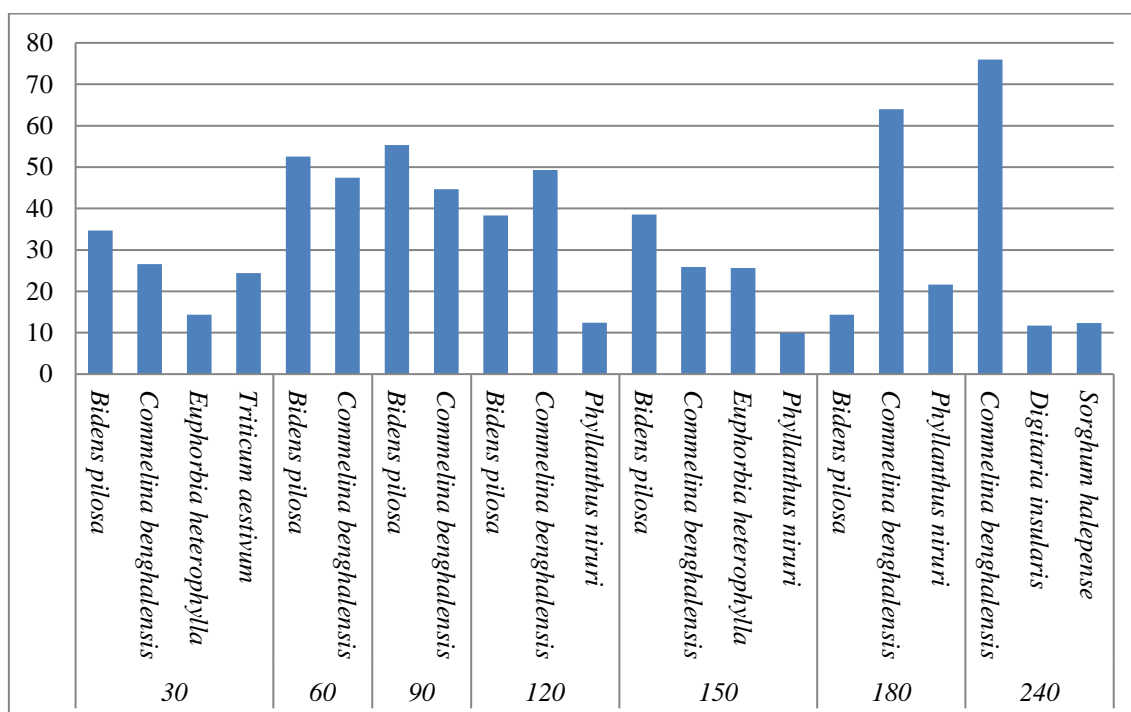
**Figura 3.** Palhada residual e densidade média das plantas daninhas durante o ciclo da variedade 'Fécula branca' 2018/2019.

As plantas daninhas que apresentaram maior densidade na fase inicial do experimento foram *Bidens pilosa* (Asteracea), *Commelina benghalensis*

(Commelinaceae), *Euphorbia heterophylla* (Euphorbiaceae) e *Triticum aestivum* (Poaceae), ocorrendo em ambas as variedades.

A redução da matéria seca remanescente dos resíduos culturais, da safra antecessora foi gradual ao longo do experimento (Figura 3), chegando próximo dos 3700 kg ha<sup>-1</sup> aos 240DAP. Segundo Theisen (2000) a cobertura do solo com aveia preta reduz de forma exponencial a infestação de plantas daninhas na soja.

Na Figura 4 são apresentados os índices de importância relativa (IR) das plantas daninhas em cada período de interferência para a cultivar ‘BRS CS01’. Nos períodos de convivência da cultura com as plantas daninhas, as espécies de maior importância foram *Bidens Pilosa* e *Commelina benghalensis*.



**Figura 4.** Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de plantio direto na variedade ‘BRS CS01’ no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2018.

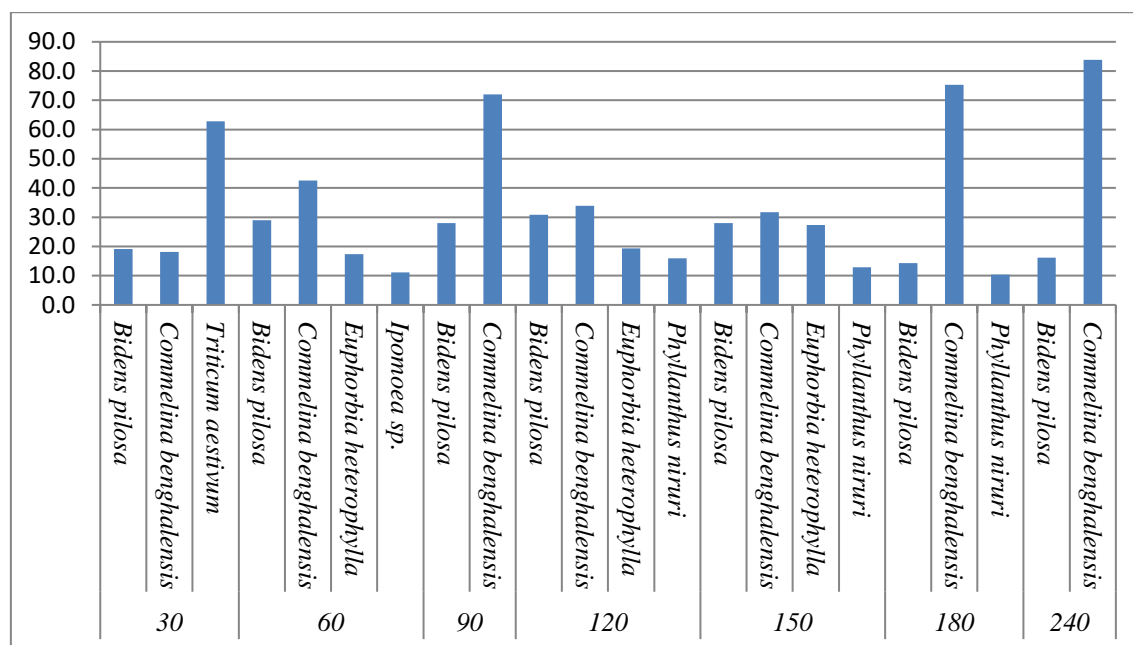
Verificou-se que as espécies, *Bidens Pilosa* e *Commelina benghalensis* demonstraram os maiores IR.

As espécies *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* estiveram presentes na fase inicial do experimento, com altos valores de IR, 30 a 27% respectivamente, com a *Commelina benghalensis* se destacando aos 240 DAP com IR de 75%.

As daninhas *Euphorbia heterophylla* e *Phyllanthus niruri* se destacaram a partir dos 120 dias de convivência



Na Figura 5 são apresentados os índices de importância relativa (IR) das plantas daninhas em cada período de interferência para a cultivar ‘Fécua branca’. Nos períodos de convivência da cultura com as plantas daninhas, as espécies de maior importância foram *Bidens Pilosa* e *Commelina benghalensis*.



**Figura 5.** Densidade das plantas daninhas presentes em sistema de plantio direto na variedade ‘Fécua branca’ no primeiro ciclo na cultura da mandioca. Entre Rios do Oeste, Paraná, BR, 2018.

Verificou-se que as espécies, *Bidens Pilosa* e *Commelina benghalensis* demonstraram os maiores IR. As espécies *Bidens pilosa* e *Commelina benghalensis* estiveram presentes na fase inicial do experimento, com altos valores de IR, 19 a 62% respectivamente, com a *Commelina benghalensis* se destacando aos 240 DAP com IR de 83%.

Na Tabela 4 são apresentados os dados biométricos em quantidade da raiz fibrosa, raiz tuberosa, caule, folhas, área foliar (cm<sup>2</sup>), massa de raízes frescas (kg planta<sup>-1</sup>) e teor de fécula (%).

Observou-se que as condições sem convivência com plantas daninhas apresentaram melhor rendimento que a condição com convivência com plantas daninhas, exceto para o número de caules e número de folhas que não diferiram estatisticamente, apresentando um aumento do número de raízes fibrosa e tuberosas de aproximadamente 12%, área foliar de 20%, massa de raiz fresca 11% e teor de fécula 7%, quando comparado com o período com convivência com plantas daninhas para a mesma época.

Observou-se que o número de raízes tuberosas crescia de acordo com o decaimento do número de raízes fibrosas, começando a formar reserva após os 50 DAP, que segundo Cock (1979), as raízes fibrosas se tornam raízes de reserva, que podem ser distinguida após os 60 DAP.

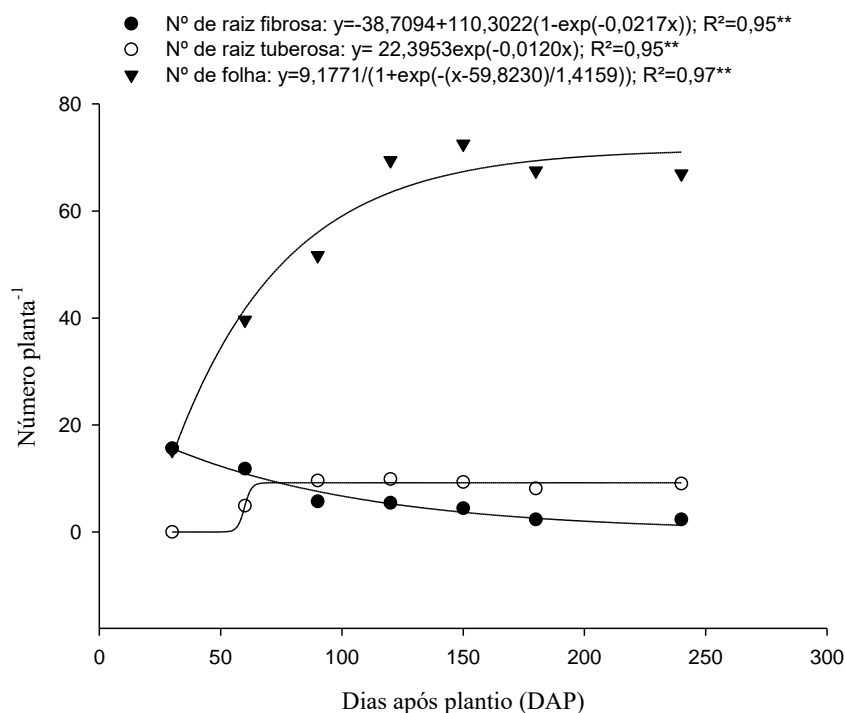
**Tabela. 4.** Análise de variância dos resultados de número de raízes fibrosas, número de raízes tuberosas, número de caule, número de folhas, área foliar (cm<sup>2</sup>), raízes frescas (kg planta<sup>-1</sup>) e teor de fécula (%) das variedades de mandioca. 1º ciclo

Variedade	Nº de Raízes fibrosas	Nº de Raízes tuberosas	Nº de Caules	Nº de Folhas	Área Foliar (cm <sup>2</sup> )	Raíz Fresca (Kg planta <sup>-1</sup> )	Teor de Fécula (%)	
BRS CS01	7,18	7,63	1,67	55,56	15153,4	1,11	11,68	
Fécula Branca	6,41	6,66	1,63	53,87	15559,1	1,09	11,43	
Sem convivência	7,31 a	8,02 a	1,69	57,46	17.018,79 a	1,22 a	11,91 a	
Com convivência	6,28 b	6,28 b	1,61	51,97	13.693,63 b	0,97 b	11,19 b	
	30	15,63	0,00	2,09	15,25	372,90	0,00	0,00
	60	11,81	4,88	1,44	39,63	3435,71	0,00	0,00
	90	5,69	9,59	1,59	51,69	15771,36	0,61	13,00
Períodos (DAP)	120	5,41	9,75	1,56	69,44	20523,55	1,20	15,96
	150	4,41	9,31	1,63	72,53	33033,07	1,72	15,53
	180	2,31	7,47	1,72	67,50	24345,56	1,85	14,87
	240	2,31	9,00	1,50	66,97	10011,30	2,31	21,49
	<b>GL</b>				<b>Quadrado Médio</b>			
Bloco	3	9,217ns	4,720ns	0,228ns	315,280ns	63.603.902,7ns	0,274ns	1,465ns
Variedades (V)	1	16,509ns	26,036ns	0,056ns	80,580ns	4.608.386,9ns	0,013ns	1,700ns
Erro 1	3	18,348	7,958	0,329	749,038	53.131.983,70	0,252	2,329
Convivência ( C )	1	30,035*	85,750**	0,181ns	841,510ns	309.587.758,2**	1,800**	14,573**
V x C	1	10,321ns	2,893ns	0,181ns	6,036ns	13.637.594,1ns	0,006ns	2,173ns
Erro 2	6	2,90	1,536	0,276	337,963	1,25E+07	0,051	0,861
Períodos (P)	6	405,843**	205,947**	0,748*	7045,711**	2,17E+17**	13,571**	1104,369**
P x V	6	5,420ns	15,978**	0,279ns	245,929ns	51.742.828,2ns	0,053ns	5,868ns
P x C	6	10,520ns	3,464ns	0,238ns	147,264ns	55.719.044,1ns	0,273ns	2,474ns
P x V x C	6	4,493ns	4,992ns	0,103ns	40,801ns	39.059.880,1ns	0,064ns	2,135ns
Erro 3	72	5,891	3,611	0,269	206,462	28,676,724,00	0,159	3,070
CV1 (%)		63,04	39,49	34,85	50,02	47,47	45,68	13,21
CV2 (%)		25,08	17,35	31,89	33,6	22,98	20,64	8,03
CV3 (%)		35,72	26,60	31,48	26,26	34,87	36,31	15,16

ns-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 6 estão apresentados os dados de Número de raiz fibrosa, Raiz tuberosa, caule e folha durante o período experimental, qual foi constatado que aos 150 DAP, as plantas de mandioca apresentaram um pico de produção de folhas 69 folhas planta<sup>-1</sup>, logo após iniciando uma leve queda na produção de folhas.

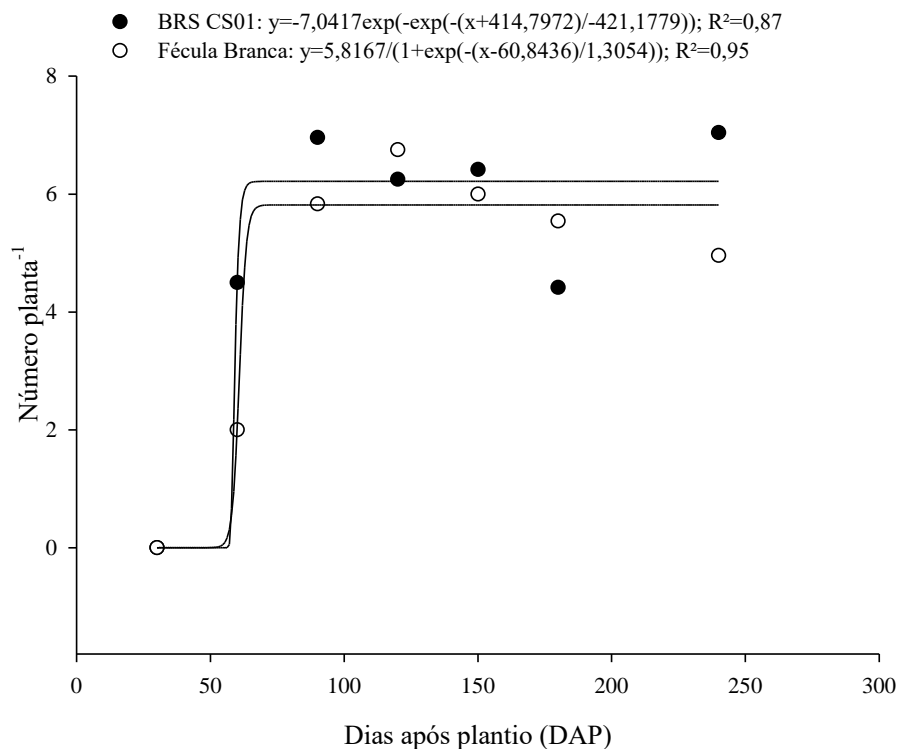
Observou-se que o número de raízes tuberosas crescia de acordo com o decaimento do número de raízes fibrosas, começando a formar reserva após os 50 DAP, que segundo Cock (1979) constatou que se pode distinguir as raízes fibrosas das tuberosas após os 60 DAP.



**Figura 6.** Número de raiz fibrosa, Raiz tuberosa, caule e folha durante o período experimental 2018/2019.

O número de raízes foi decrescente a partir dos 120 DAP, comportamento observado para as duas cultivares, conforme a Figura 7. A convivência com as plantas daninhas afetou o número de raízes principalmente na fase inicial do experimento, aos 60 DAP, com uma redução de 66% em comparação com o mesmo período sem convivência.

Entretanto não demonstrando grandes diferenças até 150 DAP, apresentando diferença de 6%, demonstrando que a variedade ‘Fécua branca’ é mais susceptível a matocompetição no estágio de desenvolvimento inicial da cultura.



**Figura 7.** Número de raízes das plantas de mandioca nas duas variedades, BRS CS01 e Fécula branca, durante o período experimental 2018/2019.

Na tabela 5 são apresentados os dados biométricos em  $g \text{ planta}^{-1}$  da maniva, raiz, caule, folha e massa seca total.

Observou-se que as condições sem convivência com plantas daninhas apresentaram melhor rendimento que a condição com convivência com plantas daninhas, resultando em um aumento das massas seca de maniva de 14%, raiz 20%, caule 23%, folha 19% e massa seca total de 20%, quando comparado com o período com convivência para a mesma época.

Podendo ter essa diferença explicada pela matocompetição, que pode vir a reduzir tais fatores como a massa total da planta e sua produtividade, em alguns casos podendo levar a inviabilidade de produção (Albuquerque et al. 2008, Biffe et al. 2010).

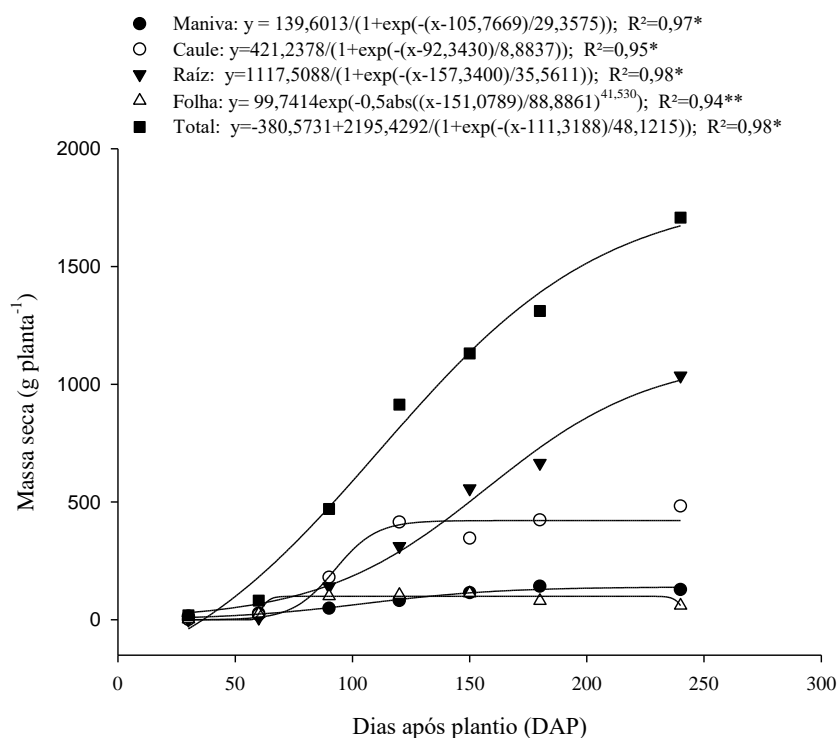
**Tabela 5.** Análise de variância dos resultados de massa seca (g planta<sup>-1</sup>) das variedades de mandioca. 1º ciclo

<b>Variedade</b>		<b>Maniva</b>	<b>Raíz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>
BRS CS01		80,37	401,96	271,75	65,92	820,01
Fécua Branca		79,46	375,43	262,48	72,94	790,30
Sem convivência		86,41 a	429,73 a	301,21 a	76,30 a	893,65 a
Com convivência		73,42 b	347,66 b	233,02 b	62,56 b	716,65 b
	<b>GL</b>	<b>Quadrado Médio</b>				
Bloco	3	642,521ns	46259,443ns	14406,667ns	505,032ns	125683,481ns
Variedades (V)	1	23,497ns	19718,689ns	2405,936ns	1376,119ns	24710,401ns
Erro 1	3	280,868	20825,917	13290,118	909,712	83,134,216
Convivência ( C )	1	4720,307*	188608,350*	130214,261**	5288,993**	877176,600**
V x C	1	512,145ns	5495,002ns	126,650ns	61,331ns	1050,438ns
Erro 2	6	799,171	26811,624	9221,233	422,573	8,22E+04
Períodos (P)	6	40827,251**	2367648,823**	635028,309**	29005,507**	6515395,007**
P x V	6	214,859ns	12709,741ns	6050,487ns	1105,613*	30847,422ns
P x C	6	833,920ns	24999,827ns	10780,235ns	1085,616*	72265,526ns
P x V x C	6	352,333ns	18977,239ns	2162,719ns	418,125ns	27507,590ns
Erro 3	72	677,445	29343,913	7659,192	493,046	65,573,80
CV1 (%)		20,97	37,13	43,16	43,44	35,81
CV2 (%)		35,38	42,13	35,95	29,61	35,61
CV3 (%)		32,57	44,07	32,76	31,98	31,80

ns-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O período o qual houve um maior aumento na massa seca de caule das plantas foi entre os 60 a 120 DAP, chegando a uma massa de 500 g planta<sup>-1</sup>. O número de caule manteve-se constante, durante todo o ciclo avaliado. O crescimento da planta até os 240 DAP apresentou um crescimento lento até os 60 DAP, sendo que caule e maniva estabilizaram seu crescimento próximo aos 120 DAP.

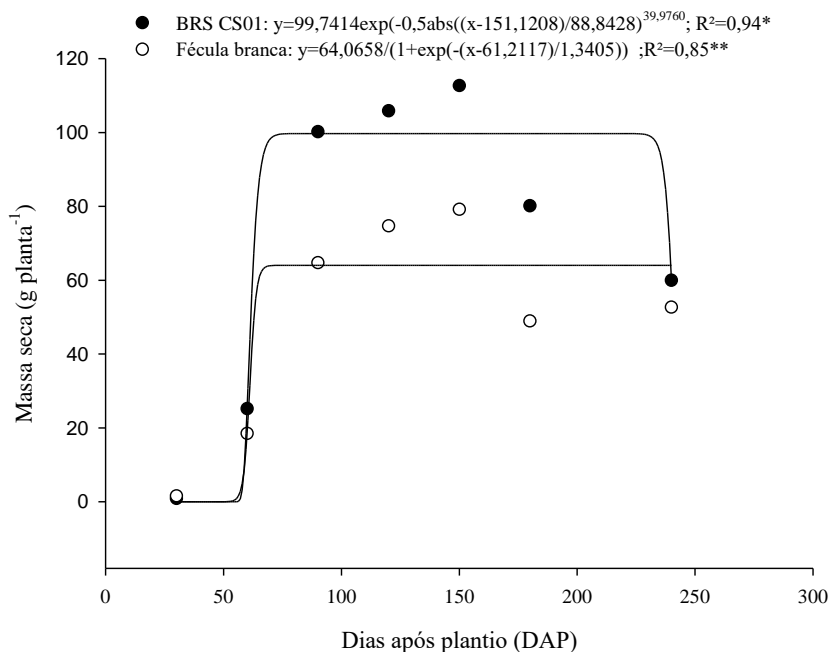
Como demonstrado na Figura 8, o crescimento de raízes e o crescimento total da planta continuaram gradativos até os 240 DAP, contudo verificou-se que os valores de massa seca total e massa seca de raízes nas ultimas amostragens tendem a se estabilizar ou entrar em queda. Estudos relatam que após os 180 DAP até os 360 DAP, pode ocorrer a paralisação do crescimento da planta, e translocação de carboidratos da parte aérea para o sistema radicular, dando início ao período de dormência, variando conforme estação fria ou seca da região (Pinheiro, 2013).



**Figura 8.** massa seca em g planta<sup>-1</sup> de acordo com os períodos de avaliação da Maniva, Caule, Raiz, Folha e massa seca total da cultura durante o período experimental 2018/2019.

Ao analisar a massa seca de folhas comparando as duas variedades (Figura 9), observou-se que variedade ‘BRS CS01’ apresentou maior massa seca de folhas em comparação a variedade ‘Fécua branca’, sendo em média 33% maior que a variedade Fécua branca dos 90 aos 180 DAP.

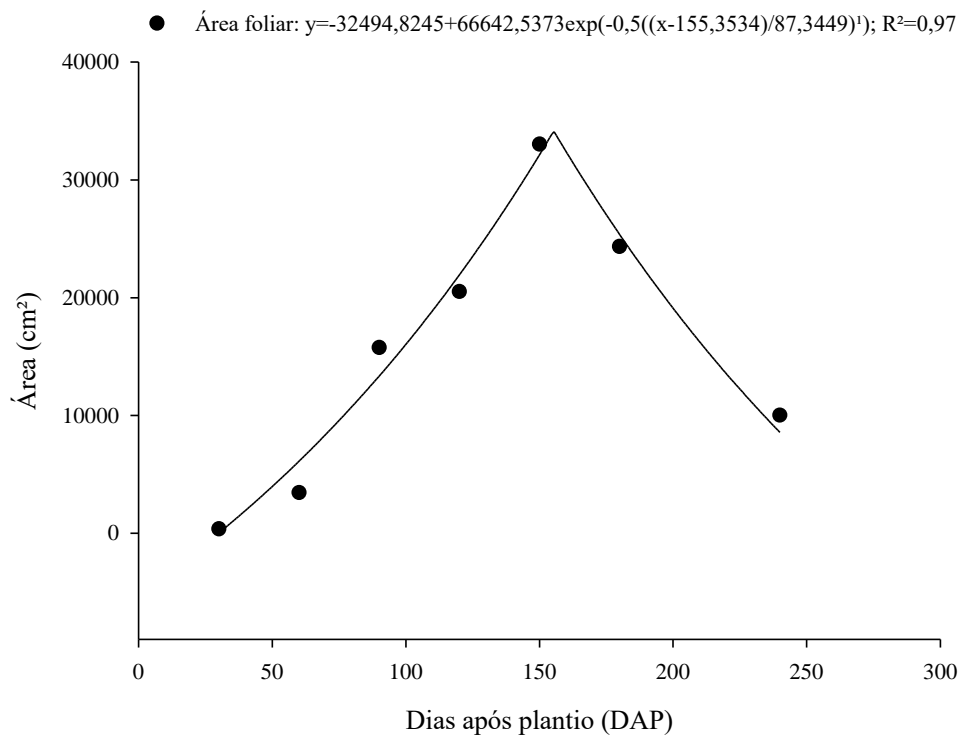
Nas duas variedades notou-se um declínio na massa seca de folhas após os 180 DAP, até o final das avaliações, sendo explicado com a mudança de estação ocorrendo, sendo ela o fim do verão, houve um aumento da senescência foliar por conta da redução de temperatura. Segundo Peressin et al. (1998) a mandioca, tende a perder as folhas em função de fatores ambientais e fisiológicos, chegando a ficar em algumas condições totalmente desfolhada na época mais fria e seca do ano.



**Figura 9.** Massa seca em  $\text{g planta}^{-1}$  das folhas de acordo com os períodos de avaliação, nas duas variedades durante o período experimental 2018/2019.

A diminuição da área foliar começou a ocorrer aos 150 DAP, Figura 10, acompanhando a redução de massa seca das folhas (Figura 9) que também começou após os 150 DAP, fato que veio a ocorrer por conta fatores climáticos, sendo ela mudança de estação, com o fim do verão e a aproximação do inverno, aumentando a senescência foliar por conta da redução de temperatura.

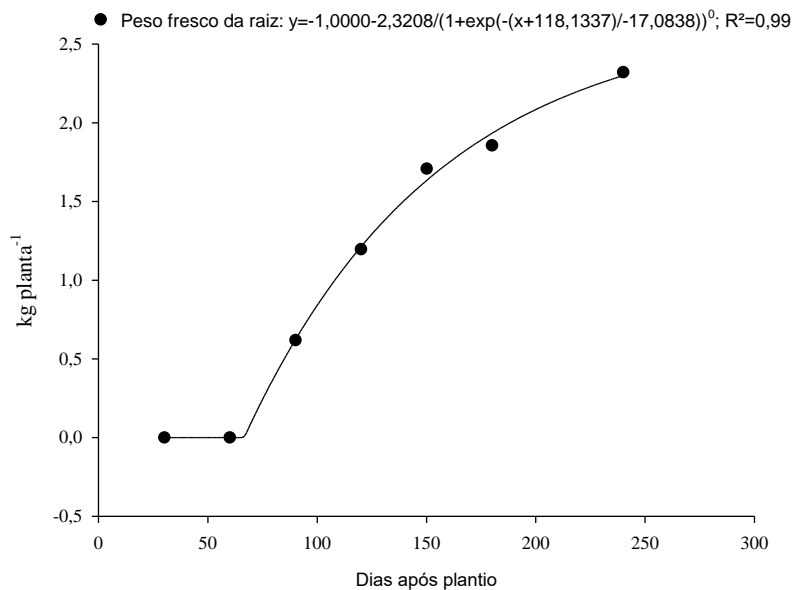




**Figura 10.** Área foliar das plantas de mandioca (cm<sup>2</sup>) durante o período experimental 2018/2019.

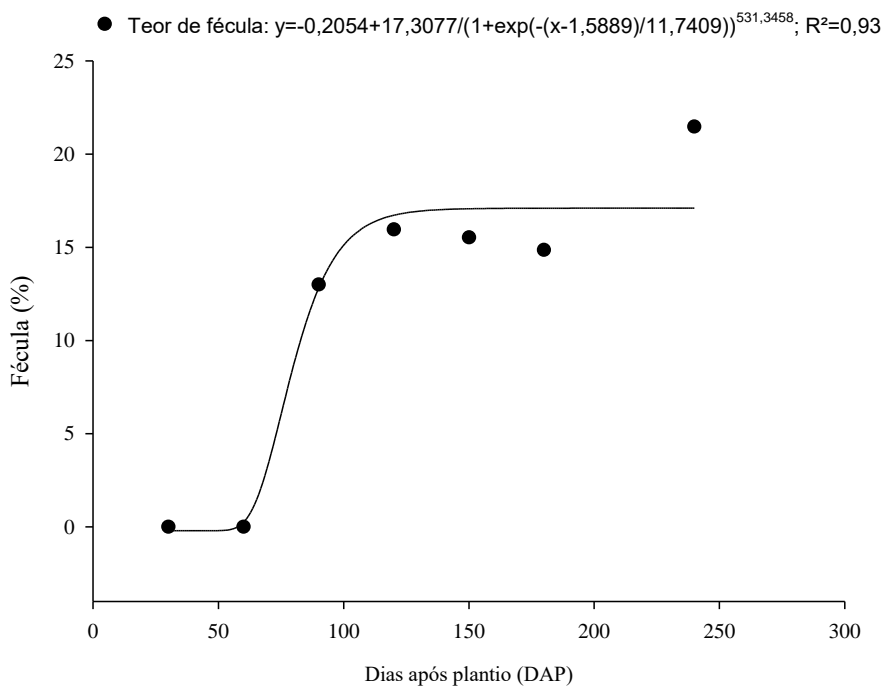
O acúmulo de massa fresca de raiz, conforme a Figura 12 demonstrou um aumento gradativo até a última avaliação durante o período de 60 a 240 DAP. Com uma tendência a estabilizar o seu crescimento em função da planta entrar em dormência pela chegada de estações mais frias.

Segundo Silva et al. (2020) a mandioca possui crescimento inicial lento permanecendo por até 60 DAP com produção apenas de raízes fibrosas, corroborando com a ausência de massa fresca de raízes tuberosas nessa época de avaliação do trabalho.



**Figura 11.** Massa fresca de raiz (kg planta<sup>-1</sup>) das plantas de mandioca durante o período experimental 2018/2019.

Como demonstrado na Figura 12, a cultura apresentou crescimento exponencial de teor de fécula após os 60 DAP, chegando próximo ao teor de 15%, ficando bem abaixo do que os resultados encontrados por Costa et al. (2014), que na variedade fécula branca obteve teores de fécula próxima aos 22%.



**Figura 12.** Teor de fécula (%) das plantas de mandioca durante o período experimental 2018/2019.

Na Tabela 6 são apresentados os resultados de produtividade de raízes, teor de fécula e produtividade de fécula na raiz, obtidos por ocasião da colheita, em função de períodos de convivência da cultura da mandioca com as plantas daninhas, também são exibidos os resultados da análise de variância, para cada parâmetro avaliado, e o resultado do teste Tukey (5%) comparando as médias de cada tratamento com as testemunhas mantidas o tempo todo sem convivência.

**Tabela 6.** Análise de variância dos resultados de produção, fécula ( $t\text{ planta}^{-1}$ ) e teor de fécula (%), das variedades de mandioca. 1º ciclo

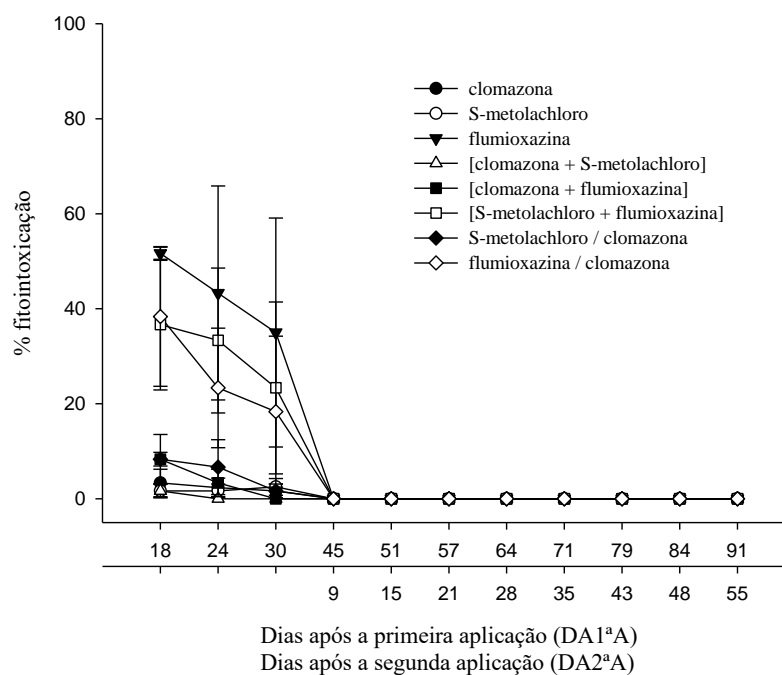
<b>Variedade</b>		<b>Raíz</b>	<b>Teor de Fécula</b>	<b>Fécula</b>
		<b><math>t\text{ ha}^{-1}</math></b>	<b>%</b>	<b><math>t\text{ ha}^{-1}</math></b>
BRS CS01		34,02	19,23	6,56
Fécula Branca		36,80	18,63	6,89
Sem convivência		38,26 a	19,02	7,28 a
Com convivência		32,56 b	18,84	6,18 b
	30	38,64	18,91	7,30
	60	35,26	18,93	6,78
	90	36,05	18,76	6,88
Períodos (DAP)	120	32,40	18,34	5,91
	150	37,83	19,71	7,45
	180	34,51	19,40	6,69
	240	33,18	18,48	6,08
	<b>GL</b>	<b>Quadrado Médio</b>		
Bloco	3	162,130ns	15,239ns	5,462ns
Variedades (V)	1	216,673ns	10,261ns	3,089ns
Erro 1	3	380,467	5,915	18,131
Convivência (C)	1	911,317*	0,875ns	33,660*
V x C	1	86,416ns	3,465ns	6,900ns
Erro 2	6	130,518	3,807	2,934
Períodos (P)	6	84,169ns	3,766ns	5,274ns
P x V	6	63,393ns	4,985ns	1,943ns
P x C	6	71,155ns	3,577ns	4,063ns
P x V x C	6	46,617ns	5,491ns	2,323ns
Erro 3	72	48,955	9,239	3,456
CV1 (%)		55,09	12,85	63,30
CV2 (%)		32,26	10,31	25,47
CV3 (%)		19,76	16,06	27,64

ns-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo resultados da análise estatística verificou-se que a convivência, foi significativa para a produtividade de raízes e produtividade de fécula, demonstrando que, o efeito do período de convivência depende tipo de manejo adotado, seja mantida por períodos iniciais com convivência com plantas daninhas, ou com a cultura conduzida inicialmente sem nenhuma convivência com plantas daninhas.

## 4.2. EXPERIMENTO 2

Os dados de fitointoxicação (%) das plantas de mandioca causada pelos herbicidas na variedade 'IPR B36' estão apresentados na Figura 13.



**Figura 13.** Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) variedade IPR B36 após a aplicação dos herbicidas.

Alguns sintomas observados foram causados pelo inibidor da PROTOX que provoca entre outros efeitos, a peroxidação de lipídeos das membranas celulares, por consequência acaba levando a necrose de tecidos e morte da planta (Carvalho, 2013).

Observou-se que a aplicação em pré-emergência dos tratamentos causaram fitointoxicação até os 45 DA1ªA, sendo que a aplicação isolada de flumioxazina 0,120 kg ha<sup>-1</sup>, a aplicação da mistura clomazona + flumioxazina [1,25 + 0,120 kg ha<sup>-1</sup>] e a aplicação com sequencial de flumioxazina / clomazona 0,120 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, foram os que apresentaram maior fitotoxidez inicial aos 18 dias com 51%, 36% e 38% respectivamente.

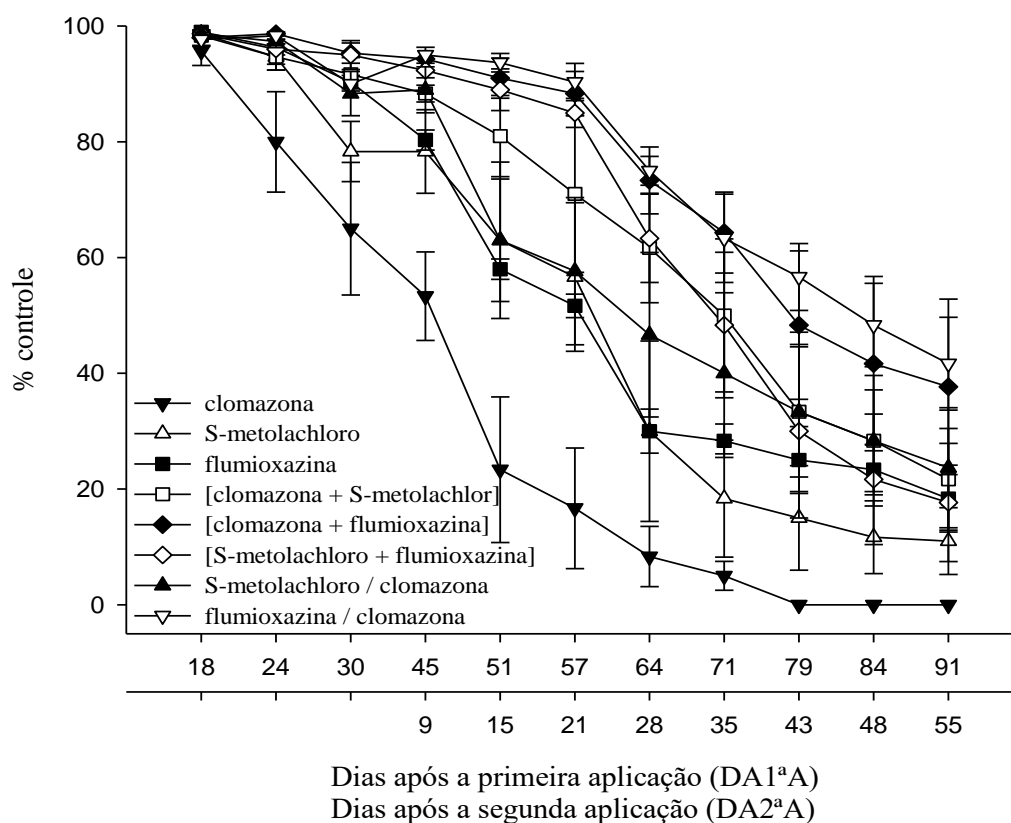
Ao contrário de Costa et al (2015), que ao aplicar flumioxazina, 500 g L<sup>-1</sup> nas dosagens de 50, 75, 100 e 125 g ha<sup>-1</sup> de S-metolachloro na variedade 'Baianinha', não obteve resultados de fitotoxidez nas plantas de mandioca, que apresentaram resistência varietal. Entretanto segundo estudo de Castro et al. (2017), com aplicação de inibidores da protox (flumioxazina 50 e 100 g ha<sup>-1</sup>) na cultura do cártamo indica uma fitotoxidez de

aproximadamente 50% aos 7DAA, corroborando assim com os dados apresentados neste trabalho.

A aplicação sequencial da clomazona  $1,25 \text{ kg ha}^{-1}$  aos 36 DA1<sup>a</sup>A, não demonstrou sinais de fitotoxidez na mandioca, provavelmente assim a cultivar demonstra resistência varietal a molécula quando aplicada de forma sequencial, por estar em um estágio de desenvolvimento mais avançado.

Dados encontrados por Abreu et al. (2009), que utilizou a clomazona  $500 \text{ g ha}^{-1}$  obteve dados de fitotoxidez aos 45 DAA em torno de 1,75% quando aplicados na mandioca cv. 'IAC 576-70'.

Os dados de controle (%) das plantas de mandioca causada pelos herbicidas estão apresentados nas Figuras 14.



**Figura 14.** Controle de plantas daninhas (%) na variedade 'IPR B36' em função dos períodos de avaliação.

Verificou-se durante todo o ciclo da cultura, até os 45 DA1<sup>a</sup>A todos os tratamentos exceto o tratamento clomazona  $1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ , apresentaram um rendimento de

controle satisfatório, estando na faixa dos 80% de controle, porém todos se mantiveram em declínio até os 91 DA1<sup>a</sup>A.

A aplicação isolada de clomazona 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, dentre os demais tratamentos estudados foi o que apresentou menor rendimento dentre os demais tratamentos, mantendo um controle satisfatório até os 24 DA1<sup>a</sup>A e logo após manteve declínio até a última avaliação.

As aplicações sequenciais de S-metalocloro / clomazona 1,92 / 1,25 kg ha<sup>-1</sup> e flumioxazina / clomazona 0,120 / 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, apresentaram rendimentos variados, sendo eles a flumioxazina / clomazona 0,120 / 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, se manteve com um controle satisfatório até os 28 DA<sup>2a</sup>A, enquanto a mistura S-metolacloro/clomazona 1,92 / 1,25 kg ha<sup>-1</sup> aos 15 DA<sup>2a</sup>A começou a apresentar declínio em seu rendimento de controle estando abaixo dos 63%.

Vale salientar que os tratamentos com aplicação sequencial apesar de apresentarem declínio em seus rendimentos ainda assim obtiveram resultados melhores que seus respectivos tratamentos sem a aplicação sequencial.

A massa seca de plantas daninhas presente na área aos 132 DA1<sup>a</sup>A e no dia da colheita, são demonstrados na (Tabela 7).

**Tabela 7.** Massa seca total de plantas daninhas na variedade ‘IPR B36’, 138 dias após plantio.

---

Tratamentos	kg ha <sup>-1</sup>
-------------	---------------------

Testemunha sem capina	6392,46
Testemunha capinada	-
clomazona	2572,98
S-metolaclo-ro	7284,57
flumioxazina	8866,13
clomazona+S-metolaclo-ro	7302,00
clomazona+flumioxazina	2432,00
S-metolaclo-ro+flumioxazina	9491,20
S-metolaclo-ro/clomazona	2231,04
flumioxazina/clomazona	4286,00
	Quadrado Médio
Tratamento	0,002116 ns
bloco	0,000941ns
Erro	0,0,000776
CV %	87,71

ns-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A comunidade infestante presente na área experimental no momento da coleta aos 132 DA<sup>1a</sup>A foi assim composta: *Amaranthus viridis*, *Bidens Pilosa*, *Commelina benghalensis* L., *Cyperus rotundus*, *Digitaria horizontalis*, *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla* L., *Euphorbia hirta*, *Ipomoea acuminata* e *Richardia brasiliensis* Gomes, sendo que dentre as espécies presentes a *Commelina benghalensis* L. foi a que se apresentou mais abundante em todo o experimento.

A análise estatística demonstra que não houve interação entre os tratamentos, apresentando resultados não significativos a 5%.

Scariot et al. (2013) constatou uma eficiência de controle, para as misturas do clomazona + flumioxazina [900 + 50] g ha<sup>-1</sup> e clomazona + S-metolaclo-ro [900 + 1.440] g ha<sup>-1</sup> promoveram as maiores reduções, quando comparados com a testemunha sem capina, corroborando com os dados encontrados neste trabalho.

Os resultados dos dados da colheita como mostrados na Tabela 8 demonstram que houve diferença significativa entre a produção.

**Tabela 8.** Média do Estande de plantas, massa de raízes ha<sup>-1</sup> e Porcentagem de fécula na variedade 'IPR B36'.

Tratamento	População	Produção	Teor de fécula
------------	-----------	----------	----------------



	Stand	t ha <sup>-1</sup>	%
Testemunha sem capina	71,21	7,79 b	31,09
Testemunha capinada	75,75	24,02 a	32,02
clomazona	80,30	17,85 ab	32,29
S-metolacoloro	89,39	20,31 a	32,66
flumioxazina	71,21	15,80 ab	32,25
clomazona+S-metolacoloro	81,81	23,73 a	32,19
clomazona+flumioxazina	80,30	23,29 a	32,70
S-metolacoloro+flumioxazina	71,21	16,61 ab	31,85
S-metolacoloro/clomazona	77,27	20,58 a	32,68
flumioxazina/clomazona	71,21	16,03 ab	32,79
Quadrado médio			
Tratamento	111,41 ns	75,28*	0,80 ns
Bloco	16,61 ns	74,87*	0,75 ns
Erro	117,61	13,37	0,46
CV%	14,09	19,60	2,10

ns-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo dados obtidos, não houve diferença estatística para estande de plantas e porcentagem de fécula, entretanto houve diferença estatística quando a massa de raízes por hectare, o qual a testemunha capinada e todos os tratamentos, sendo eles aplicação isolada, aplicação em mistura ou aplicação sequencial, apresentaram diferença quando a testemunha não capinada, demonstrando assim uma boa eficiência dos tratamentos.

### 4.3. EXPERIMENTO 3

A massa seca de plantas daninhas presente na área aos 103 DA1<sup>a</sup>A e no dia da

colheita, são demonstrados na Tabela 9.

A comunidade infestante presente na área experimental no momento da coleta aos 103 DA1ªA foi assim composta: *Amaranthus viridis*, *Bidens Pilosa*, *Commelina benghalensis L.*, *Ipomoea purpurea L.*, *Phyllanthus tenellus*, *Digitaria horizontalis*, *Digitaria insularis* e *Richardia Brasiliensis Gomes*, sendo que dentre as espécies presentes a *Commelina benghalensis L.* foi a que se apresentou mais abundante em todo o experimento.

A análise estatística demonstra que não houve interação entre os sistemas de plantio, blocos ou tratamentos, apresentando resultados não significativos a 5%.

De maneira geral, verificou-se, que nos tratamentos que apresentaram menor controle flumioxazina + S-metolaclozolo [0,120 + 1,92 kg ha<sup>-1</sup>], houve uma maior predominância da espécie *Commelina benghalensis L.* durante todo o ciclo do experimento.

Os tratamentos que tiveram aplicação sequencial, no sistema de plantio convencional não foram encontradas plantas daninhas durante a avaliação do quadrado do inventário, tanto aos 103 DA1ªA quanto na ocasião da colheita.

Segundo Oliveira et al. (2001), a aplicação de misturas de herbicidas sobre palhada, sobretudo o S-metolaclozolo obtém menores efeitos, que podem ser atribuídos possivelmente pela retenção do herbicida na palhada que acabou impedindo a ação do ativo sobre as plantas daninhas. E em outro estudo realizado por Rodrigues (1993) ele constatou que a aplicação da clomazona em pré-emergência sobre a palhada não realizou um controle satisfatório da *Bidens pillosa* independente da dose aplicada.

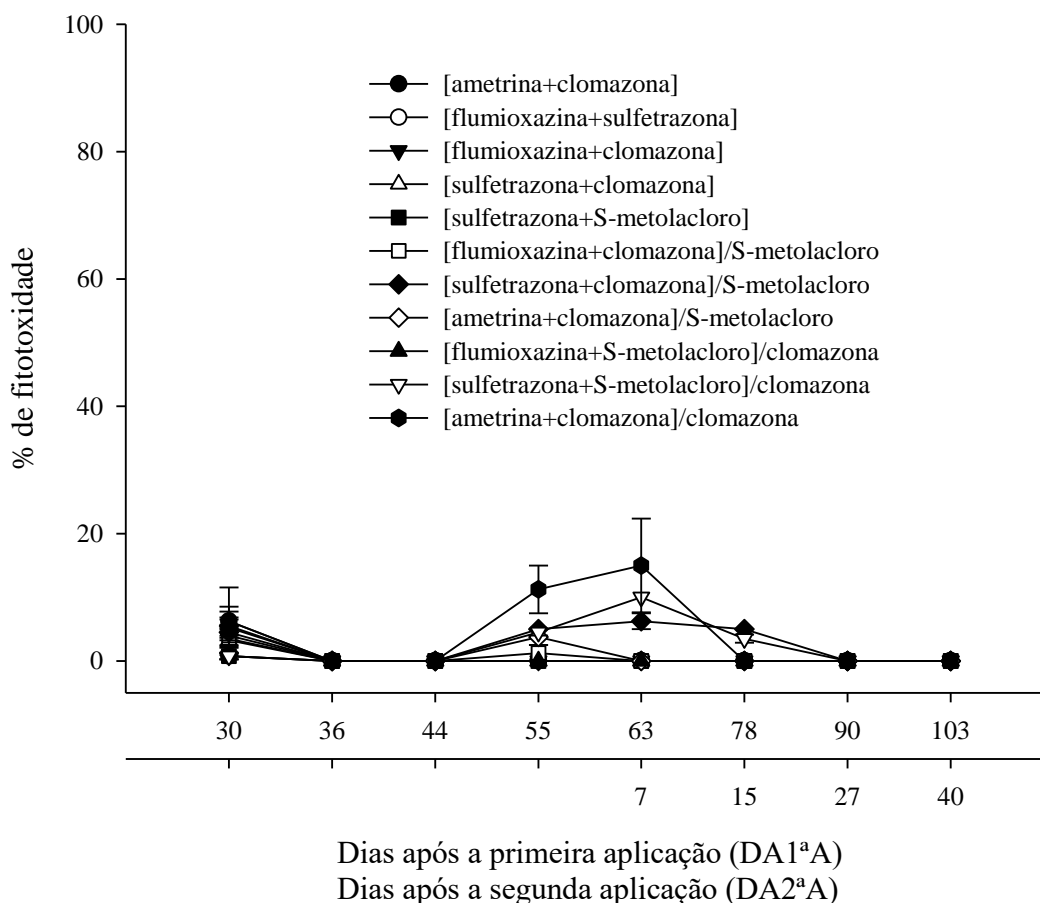
Os resultados dos dados da colheita como mostrados na Tabela 9 demonstram que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

**Tabela 9.** Média da massa seca total de plantas daninhas em sistema de convencional e planto direto.

Tratamentos	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto
	103 DA1ªA	103 DA1ªA	(Colheita)	(Colheita)
Testemunha Capinada	-	-	-	-
Testemunha Sem Capina	0,0416	0,094	0,031	0,085
[ametrina+clomazona]	0,0731	0,235	0,035	0,081
[flumioxazina+S-metolaclo]	0,091	0,097	0,053	0,097
[flumioxazina+clomazona]	0,121	0,054	0,050	0,055
[sulfentrazona+clomazona]	0,034	0,011	0,014	0,011
[sulfentrazona+S-metolaclo]	0,085	0,161	0,014	0,034
[flumioxazina+clomazona]/S-metolaclo	-	-	0,009	0,080
[sulfentrazona+clomazona]/S-metolaclo	-	-	-	0,050
[ametrina+clomazona]/S-metolaclo	-	0,056	-	0,056
[flumioxazina+S-metolaclo]/clomazona	-	0,357	-	0,085
[sulfentrazona+S-metolaclo]/clomazona	-	0,0433	-	0,015
[ametrina+clomazona]/clomazona	-	0,087	-	0,119
QM				
Bloco			0,083 ns	
Sistema			0,173 ns	
Erro 1			0,046	
Tratamento			0,398 ns	
Sistema*Tratamento			0,369 ns	
Erro 2			1,994	
CV% 1			326,39	
CV% 2			251,24	

ns-não significativo; \*-significativo a 1% pelo teste F; \*\*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fitointoxicação das plantas de mandioca causada pelos herbicidas estão apresentadas nas Figuras 15 e 16 respectivamente.

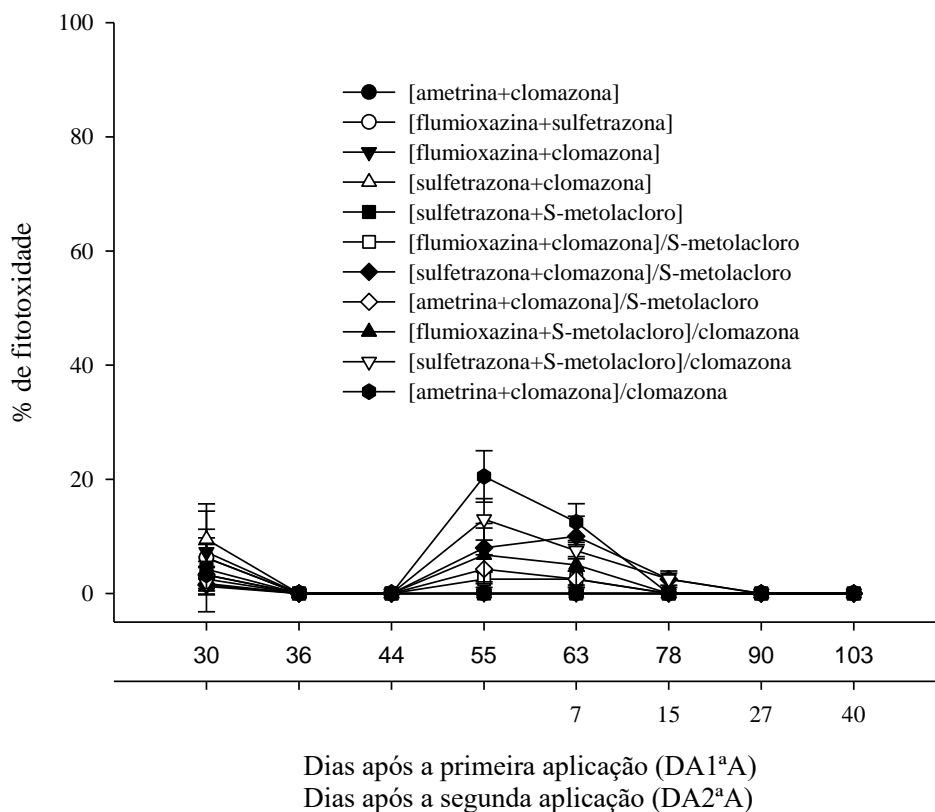


**Figura 15.** Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) em sistema de plantio convencional em função dos períodos de aplicação.

Observou-se que a aplicação em pós-emergência das misturas causaram fitointoxicação baixa ou moderada, sendo que a mistura ametrina + clomazona / clomazona [1,25 + 1,25] / 1,25 kg ha<sup>-1</sup> apresentou injúrias próximo aos 20%, seguido pelo tratamento sulfetrazona + S-metolacloro / clomazona [0,60 + 1,92] / 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, que obteve notas próximo aos 10% de fitotoxidez.

Segundo Santiago et al. (2018) a mistura de ametrina + clomazona [1080 + 2000 g ha<sup>-1</sup>] apenas, causa uma fitointoxicação média de 12% aos 55 dias após aplicação e o tratamento flumioxazina + clomazona [80 + 1080 g ha<sup>-1</sup>] apresentou fitointoxicação bem

próximo a 1% durante os 91 dias avaliados pelo autor nas variedades ‘Caravela’ e ‘Pretinha’



**Figura 16.** Fitointoxicação de plantas de mandioca (%) em sistema de plantio direto em função dos períodos de aplicação.

Observou-se que a aplicação em pós-emergência no sistema de plantio direto, as misturas apresentaram resultados bem semelhantes ao encontrados no sistema de plantio convencional, causando fitointoxicação baixa ou moderada, com a mistura ametrina + clomazona / clomazona [1,25 + 1,25] / 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, apresentando injúrias próximo aos 21%, seguido pelo tratamento sulfetrazona + S-metolacloro / clomazona [0,60 + 1,92] / 1,25 kg ha<sup>-1</sup> que obteve notas próximo aos 10% de fitotoxidez.

Scariot et al. (2013) e Biffe et al. (2010) contataram que aplicações de clomazona + S-metolachloro [900 + 1.440] g ha<sup>-1</sup>, clomazona + flumioxazina [900 + 50 g ha<sup>-1</sup>] e clomazona + sulfetrazona [900 + 500 g ha<sup>-1</sup>], não causaram fitointoxicação a cultura quando aplicados em pré-emergência nas cultivares ‘Casuda’ e ‘Baianinha’.

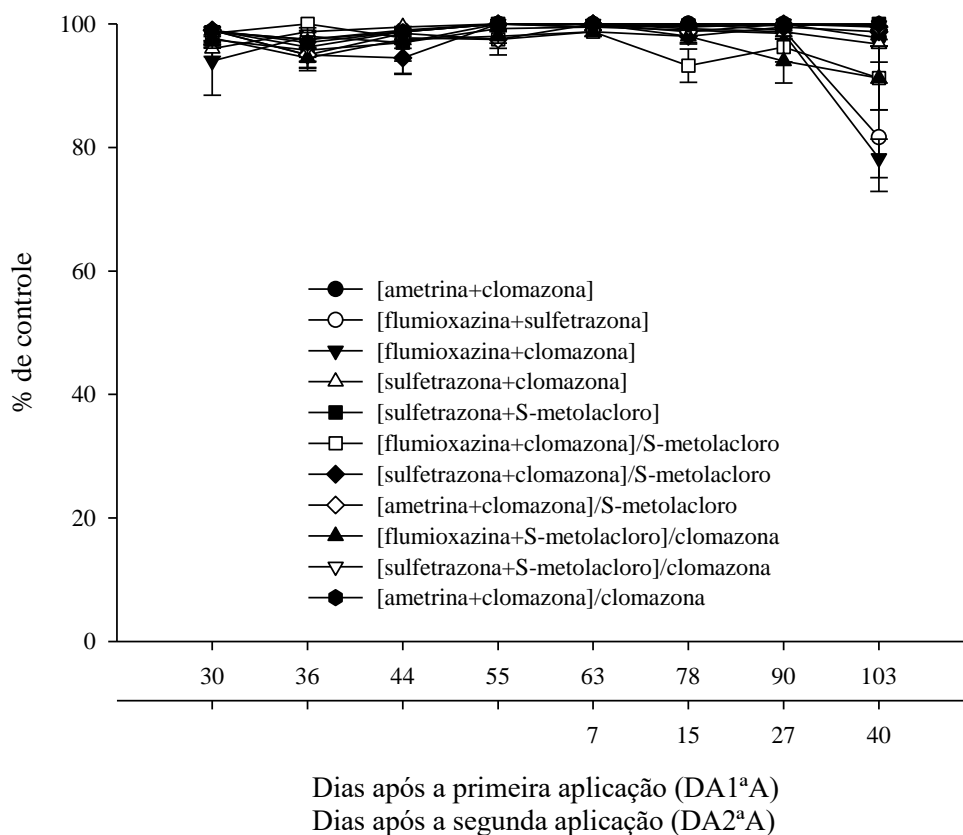
Os sintomas observados foram causados pelos inibidores da síntese de

carotenoides (clomazona), uma vez que apresentaram injúrias bem características aos modos de ação pois ocorreram branqueamento das plantas.

Estudos comprovam que a aplicação isolada de ametrina e sulfetrazona causam fitotoxidez próximo aos 70% aos 35 DAA, exceto para a flumioxazina e o S-metolacloro que apresentaram resultados baixos, próximo aos 7% (Silva, 2012; Oliveira Júnior et al. 2001).

Segundo Biffe (2010) o tratamento da mistura commercial ametrina + clomazona [ $1,25 + 1,25 \text{ kg ha}^{-1}$ ], apresentou injúrias que consistiam em encarquilhamento progressivo de ponteiros até os 37 DAP, que apartir dessa data com o surgimento de novas folhas o crescimento normal da planta era reestabelecido.

Os dados da porcentagem de controle das plantas daninhas após aplicações dos tratamentos em sistemas de plantios convencional e direto da mandioca estão apresentados na Figura 17 e 18 respectivamente.

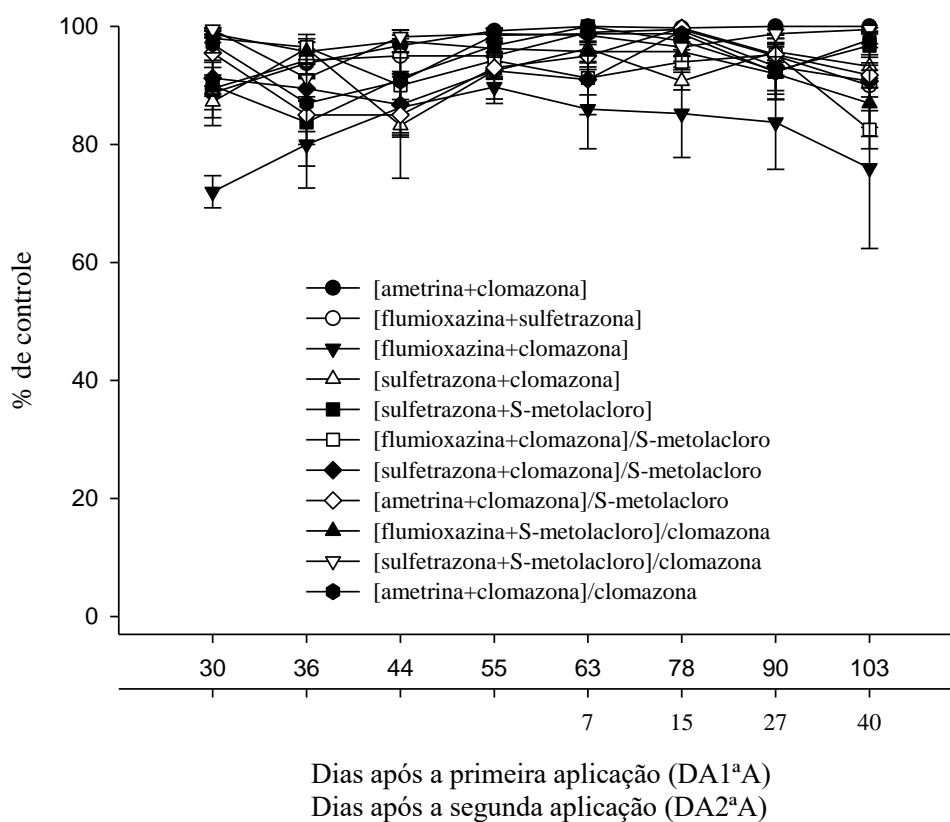


**Figura 17.** Controle de plantas daninhas (%) em sistema de convencional em função dos períodos de avaliação.

Verificou-se durante todo o ciclo da cultura, o sistema de plantio convencional, o controle apresentou resultados satisfatórios (superior a 80%). Em todos os tratamentos houve efeito residual de controle de superior aos 90 DA1<sup>a</sup>A, vindo a ser superior ao PCPI da cultura que é até os 90 dias após o plantio (Johanns& Contiero 2006, Albuquerque et al. 2008, Biffe et al. 2010).

Contudo a aplicação única da mistura flumioxazina + clomazona [0,120 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>] e flumioxazina + sulfetrazona [0,120 + 0,60 kg ha<sup>-1</sup>] apresentou declínio em eficiência de controle após 90 dias chegando aos 78% aos 103 DA1<sup>a</sup>A, o que pode ser considerado normal visto que o efeito residual se estendeu por um período maior que em outros trabalhos com o mesmo tratamento.

Segundo Correia (2014) a mistura em tanque de flumioxazina + clomazona [1200 + 250 g ha<sup>-1</sup>] não apresenta um efeito residual tão elevado para o controle de plantas daninhas, mantendo um controle satisfatório até próximo dos 68 DAA.



**Figura 18.** Controle de plantas daninhas (%) em sistema de convencional em função dos períodos de avaliação.

Verificou-se durante todo o ciclo da cultura, o sistema de plantio direto, o controle apresentou resultados satisfatórios (superior a 80%). Em todos os tratamentos houve efeito residual de controle de até 90 DA1<sup>a</sup>A, vindo a ser superior ao PCPI da cultura que é até os 90 dias após o plantio (Johanns& Contiero 2006, Albuquerque et al. 2008, Biffe et al. 2010).

Contudo a aplicação única da mistura flumioxazina + clomazona [0,120 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>] e flumioxazina + clomazona / S-metolaclo-ro [0,120 + 1,25] / 1,92 kg ha<sup>-1</sup> apresentou um declínio em sua eficiência de controle após 90 dias chegando aos 76% aos 103 DA1<sup>a</sup>A, e os demais tratamentos flumioxazina + clomazona [0,120 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>], flumioxazina + clomazona / S-metolaclo-ro [0,120 + 1,25] / 1,92 kg ha<sup>-1</sup>, sulfentra-zona + clomazona / S-metolaclo-ro [0,60 + 1,25] / 1,92 kg ha<sup>-1</sup>, ametrina + clomazona / S-metolaclo-ro [1,25 + 1,25] / 1,92 kg ha<sup>-1</sup> e flumioxazina + S-metolaclo-ro / clomazona [0,120 + 1,92] / 1,25 kg ha<sup>-1</sup>, após os 90 DA1<sup>a</sup>A, apresentaram tendência de queda na eficiência, o que pode ser considerado normal visto que o efeito residual se estendeu por um período longo, vindo a ser maior que o PCPI da cultura.

A clomazona é indicado para aplicação preferencialmente em pré-emergência e apresenta boa seletividade a cultura também para aplicações em pós-emergência, porém o S-metolaclo-ro apesar de ser indicado apenas para pré-emergência apresentou resultados satisfatórios se aplicados em pós emergência.

A utilização da mesotriona amplia as opções de controle para as eudicotiledôneas, visando que só existem atualmente herbicidas de aplicação em pós-emergência registrados para o controle de gramíneas na mandioca.

Utilizando um pré-emergente em mistura ou em mistura com aplicação sequencial pode vir a aumentar o efeito residual, além de controlar escapes das plantas já emergidas.

Portanto as estratégias de controle químico podem vir a aumentar o efeito residual, podendo ultrapassar o PCPI da cultura, promovendo também a rotação de mecanismos de ação dos herbicidas para evitar a seleção de novos biótipos resistentes (Costa et. al. 2020)



**Tabela 10.** Produtividade e Teor de Fécula em sistema de plantio convencional e plantio direto.

Tratamento	Produtividade	Teor de Fécula	Produtividade	Teor de Fécula
	Plantio Convencional	Plantio Convencional	Plantio Direto.	Plantio Direto
	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>	t ha <sup>-1</sup>
Testemunha Capinada	30,87	8,37	33,43	8,86
Testemunha Sem Capina	31,99	8,68	25,19	6,55
[ametrina+clomazona]	35,73	9,74	29,25	8,01
[flumioxazina+S-metolacloro]	32,47	8,40	38,77	10,76
[flumioxazina+clomazona]	31,50	8,35	29,22	7,96
[sulfentrazona+clomazona]	33,65	8,92	37,87	10,79
[sulfentrazona+S-metolacloro]	39,34	10,62	34,37	9,19
[flumioxazina+clomazona]/S-metolacloro	34,56	9,76	31,19	8,50
[sulfentrazona+clomazona]/S-metolacloro	33,15	8,91	33,23	9,10
[ametrina+clomazona]/S-metolacloro	32,69	9,07	29,95	7,97
[flumioxazina+S-metolacloro]/clomazona	31,06	8,31	28,78	7,81
[sulfentrazona+S-metolacloro]/clomazona	31,21	8,55	32,17	8,57
[ametrina+clomazona]/clomazona	33,23	9,26	29,11	7,86
	QM Produtividade		QM Teor de Fécula	
Bloco	27,89 <sup>ns</sup>		1,60 <sup>ns</sup>	
Sistema	55,10 <sup>ns</sup>		3,60 <sup>ns</sup>	
Erro 1	105,13		10,03	
Tratamento	46,95 <sup>ns</sup>		3,80 <sup>ns</sup>	
Sistema*Tratamento	32,76 <sup>ns</sup>		3,70 <sup>ns</sup>	
Erro 2	33,65		2,93	
CV%	17,87		19,44	

**ns**-não significativo; \*\*-significativo a 1% pelo teste F; \*-significativo a 5% pelo teste F; Médias seguidas de mesma letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A convivência de plantas daninhas com a cultura em sistema de plantio convencional e sistema de plantio direto, não apresentou diferenças significativas para a produção quanto para o teor de fécula, que apresentou uma média de 33 toneladas por hectare para o sistema de plantio convencional e 31,7 toneladas por hectare para o sistema de plantio direto, ficando muito acima da média nacional em 2019 segundo o IBGE (2021) que foi de 14,7 toneladas por hectare.

Para o teor de fécula notou-se resultados semelhantes com média de 9 toneladas por hectare para o plantio convencional e 8.6 toneladas por hectare para o plantio direto.

Os sistemas de plantio não influenciaram significativamente a produtividade de raízes ou de teor de fécula, visto que houve baixa infestação de plantas daninhas na área do experimento e foi um ano com clima atípico.

## **5. CONCLUSÃO**

Concluiu-se que não foi possível definir o PCPI da cultura, por não apresentar interação entre as variedades analisadas e os períodos de convívio. Entretanto, a matocompetição durante todo o ciclo da cultura reduziu a produtividade de raízes em 15%, evidenciando a necessidade da adoção de medidas de controle das plantas daninhas. O uso de herbicida de modo isolado, mistura ou aplicação sequencial na variedade 'IPR B36', foram seletivos para a cultura da variedade avaliada, e ainda apresentou controle até os 51 dias após o plantio, sendo considerado satisfatório (superior a 80%). A aplicação de herbicidas pré-emergentes em mistura ou sequencial em sistema de cultivo convencional e direto, foram seletivos para a cultura de mandioca variedade 'Paraguaia' nos sistemas de plantio convencional e direto, com rendimento satisfatório (superior a 80%) até os 112 dias após o plantio. O uso de herbicidas com aplicação isolada, mistura e sequencial, foram seletivos a variedade 'IPR B36' não sendo indicado apenas a aplicação da clomazona de forma isolada por ter apresentado eficiência de controle abaixo de 80% logo aos 30 dias após a aplicação, sendo bem inferior aos demais tratamentos. A aplicação de herbicidas pré-emergentes em sistema de plantio direto e convencional não apresentou diferença estatística em sua produtividade, sendo indicado fazer a aplicação do produto com menor valor comercial rotacionando de mecanismos de ação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M. L.; MARTINS, D.; AGUIAR, E. B.; CURCELLI, F.; PEREIRA, F. R. S.; BRACHTVOGEL, E. L.; CRUZ, S. C. S. Seletividade de diferentes herbicidas à cultura da mandioca aplicados em pré-emergência em Botucatu-SP. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca. 2009.
- AGROFIT. Sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <[http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>.
- AJAYI, O. F.; AKINBOBOLA, T. O. Links Among Bioeconomy, Food Security, and Sustainable Development Goals in Nigeria. Springer Nature. Switzerland, p 91–125, 2018.
- ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; CARNEIRO, J. E. S.; CECON, P. R.; ALVES, J. M. A. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). Planta Daninha, v. 26, n. 2, p. 279- 289, 2008.
- ALMEIDA F. S. Efeitos alelopáticos de resíduos vegetais. Pesquisa Brasileira Agropecuária. v.26, n.2, p.221-236, 1991.
- ALONSO, D. G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR.; R. S.; SANTOS, G.; DAN, H. A.; OLIVEIRA NETO, A. M. Selectivity of Glyphosate Alone or in Mixtures for RR Soybean in Sequential Applications. Planta Daninha, v. 31, n. 1, p. 203-212, 2013.
- ARAÚJO, A. G.; RODRIGUES, B. N. Manejo mecânico e químico da aveia preta e sua influência sobre a taxa de decomposição e o controle de plantas daninhas em semeadura direta de milho. Planta Daninha, v. 18, n. 1, p. 151-160, 2000.
- ASPIAZÚ, I.; SEDIYAMA, T.; RIBEIRO JR., J. I.; SILVA, A. A.; CONCENCO, G.; FERREIRA, E. A.; GALON, L.; SILVA, A. F.; BORGES, E. T.; ARAUJO, W. F. Photosynthetic activity of cassava plants under weed competition. Planta Daninha, v. 28, n. 1, p. 963-968, 2010.
- BIFFE, D. F.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JR., R. S.; FRANCHINI, L. H. M.; RIOS, F. A.; BLAINSKI, E.; ARANTES, J. G. Z.; ALONSO, D. G.; CAVALIERI, S.D. Período 55 de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. Planta Daninha, v. 28, n. 3, p. 471-478, 2010.
- 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, 2004. p.7, (Comunicado Técnico, 109), 2004.
- CARVALHO, L. B. Herbicidas. 1ª edição. Lages – SC. Editado pelo autor, Lages, SC, 2013 vi, p.62, 2013.
- CASTRO, E. B., D.; CARBONARI, C. A.; ZANOTTO, M. D.; BEM, R.; MACEDO, G. C.; SIMÕES, P. S. Selectivity of herbicides applied in pre and post emergence of safflower culture. Revista Brasileira de Herbicidas, v.16, n.3, p.230-237, 2017.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA. O Mercado de Trabalho do Agronegócio Brasileiro - Resultados Preliminares 2015. Disponível em . Acesso em: 10 maio 2017.

COCK, J. H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, G.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop Science*, v.19, 1979.

CORREIA, N. M.; GOMES, L. J. P. Seed bank and control of *Rottboellia exaltata* using clomazone alone and in combination with other herbicides. *Rev. Bras. Ciências. Agrárias*, v.9, n.4, p.538-544, 2014

COSTA, N. V.; SALVALAGGIO, A. C.; FERREIRA, S. D.; BARBOSA, J. A.; GIBBERT, A. M. Sequential application of herbicides alone and in mixture with and without foliar fertilizer after pruning of cassava plants. *Planta Daninha*; v38, 2020

COSTA, N. V.; Arrúa, M. M.; Sontag, D. A.; Andrade, D. C.; Duarte Júnior, J. B. Selectivity of residual herbicides and mixture with glyphosate applied after the pruning of cassava 'Fécula Branca' *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.13, n.1, p.23-30, 2014.

COUSENS, R. A simple model relating yield loss to weed density. *Ann. Appl. Biol.* n.107 p.239-252, 1985.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema 1564 brasileiro de classificação dos solos. Rio de Janeiro: 1999.

FAOSTAT - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Production, crops. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. 07 Jan. 2021.

FIGUEIREDO, P. G.; BICUDO, S. J.; CHENB, S.; FERNANDESC, A. M.; TANAMATIA, F. Y.; DJABOU-FONDJODA, A. S. M. Effects of tillage options on soil physical properties and cassava-dry-matter partitioning. *Field Crops Research*, v. 204, p. 191–198, 2017.

FLECK, N. G.; RIZZARDI, M. A.; AGOSTINETTO, D. Nível de dano econômico como critério para tomada de decisão no controle de guaxuma em soja. *Planta Daninha*, v.20, n.3, p.421-429, 2002.

GABRIEL FILHO, A; PESSOA, A. C. S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. *Ciência Rural*, v. 30, n. 6, p .953-957, 2000.

GABRIEL FILHO, A.; STROHHAECKER L.; FEY, E. Depth and spacing of the cassava in no-tillage system. *Ciência Rural*, v.33, n.3, p.461-467, 2003.

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Agrícola Municipal. Sistema IBGE de Recuperação Automática – Sidra. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>>. Acesso em: 05 janeiro 2021.

JAKELAITIS, A. FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. *Planta Daninha*, v. 21, n. 1, p. 71-79, 2003.

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

KNEZEVIC, S. Z.; EVANS, S. P.; BLANKENSHIP, E. E.; VAN ACKER, R. C.; LINDQUIST J. L. Critical period for weed control: the concept and data analysis. *Weed Science*. v. 50, p. 773-786, 2002.

KOLAWOLE, P.O.; Agbetoye, L.; Ogunlowo S. A. Sustaining world food security with improved cassava processing technology: The Nigeria experience. *Sustainability*, v. 2, n. 12, p 3681-3694, 2010.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada do sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 6, p. 539-542, 2004.

MOURA, G. M. Weed Interference with Cassava (*Manihot esculenta*) Crop at the State of Acre – Brazil. *Planta Daninha*, v.18, n.3, p.451-456, 2000

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons, p.547, 1974.

MUHLEN, G. S.; MARTINS, P. S.; ANDO A. Variabilidade genética de etnovariedades de mandioca, avaliada por marcadores de DNA. *Scientia Agrícola*, v. 57, n. 2, p.319-328, 2000.

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

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F.; BORGES, C. D. Sistemas de preparo do solo, plantas de cobertura e produtividade da cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, n. 3, p. 327-332, 2008.

OTSUBO, A. A., BRITO, O. R., PASSOS, D. P., ARAÚJO, H. S., MERCANTE, F. M. E OTSUBO, V. H. N. Formas de preparo de solo e controle de plantas daninhas nos fatores agrônômicos e de produção da mandioca. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 6, p. 2241-2246, 2012.

PERESSIN, V. A.; MONTEIRO, D. A.; LORENZI, J. O.; DURIGAN, J. C.; PITELLI, R. A.; PERECIN, D. Acúmulo de matéria seca na presença e na ausência de plantas

infestantes no cultivar de mandioca srt 59 - branca de santa catarina. *Bragantia*, vol.57, n.1, 1998.

PINHEIRO, D. G. Respostas fisiológicas e morfológicas de plantas de mandioca submetidas a um e dois ciclos de secamento do solo. 2013. p.67. Área de concentração: Engenharia de água e solo – Universidade Federal de Santa Maria – RS. 2013.

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

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

SANTIAGO, A. D.; CAVALCANTE, M. H. B.; BRAZ, G. B. P.; PROCÓPIO, S. O. Efficacy and selectivity of herbicides applied in cassava pré-emergence. *Revista Caatinga*, v.31, n.3, p.640-650, 2018.

SCARIOT, C. A.; COSTA, N. V.; BOSQUESE, E. P.; ANDRADE, D. C.; SONTAG, D. A. Seletividade e eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da mandioca. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 43, n. 3, p. 300-307, 2013.

SEVERINO, F. J.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SILVA, F. M. L.; ABREU, M. L.; BRACHTVOGEL, E. L.; CURCELLI, F.; GIMENES, M. J.; LARA, A. C. D. Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. *Revista Trópica. Ciências Agrárias e Biológicas* v. 3, n. 2, p. 61, 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, Março, 2012.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E .A.; SILVA, A .A.; FRANÇA, A. C.; SEDIYAMA, T. Weed Management in Cassava. *Planta Daninha*, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

SILVA, R. P.; SANTOS, F. F.; OLIVEIRA, T. A.; SILVA, B. L., CAVALCANTE, L. S.; SILVA, M. C. Phytosociological survey of invasive plants in cassava culture in Arapiraca, Alagoas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 71489-71496, 2020.

SILVEIRA, H. M.; SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; CASTRO NETO, M. D.; FERREIRA, E. A.; CARVALHO, F. P.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T. Sensibilidade de cultivares de mandioca ao herbicida mesotrione. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.11, n.1, p.24-31, 2012.

SILVEIRA, H. M.; FERREIRA, E. A.; SILVA, D. V.; NETO, M. D. C.; CARVALHO, F. P.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. Physiological characteristics of cassava cultivars after mesotrione application. *Planta daninha*, v. 31, n 2, p. 403-409, 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. Procedimentos para instalação, avaliação e análise de experimentos com herbicidas. Londrina: SBCPD, 1995.

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia Agricola*, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de brachiaria plantaginea em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.4, p.753-756, 2000.

VELINI, E. D.; MARTINS, D.; MANOEL, L. A.; MATSUOKA, S.; TRAVAIN, J. C.; CARVALHO, J. C. Avaliação da seletividade da mistura de oxyfluorfen e ametryne, aplicada em pré ou pós-emergência, a dez variedades de cana-de-açúcar (cana-planta). *Planta Daninha*, v. 18, n. 1, P. 123-134, 2000.

VIDAL, R. A.; TREZZI, M. M. Potential of Sorghum and Pearl Millet Cover Crops in Weed Supression under Field Condition: I - Plants in Vegetative Growth. *Planta Daninha*, v.22, n.2, p.217-223, 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. *Planta Daninha*, v. 23, n. 3, p. 387-396, 2005.