



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE AGRONOMIA

VITOR CAZAROTTO SARTORI

MANEJO CULTURAL E MECÂNICO DE PLANTAS INFESTANTES NA
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*)

CHAPECÓ
2020

VITOR CAZAROTTO SARTORI

**MANEJO CULTURAL E MECÂNICO DE PLANTAS INFESTANTES NA
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*)**

Trabalho de conclusão do curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi

CHAPECÓ
2020

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Sartori, Vitor Cazarotto
MANEJO CULTURAL E MECÂNICO DE PLANTAS INFESTANTES NA
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MANDIOCA (Manihot esculenta) /
Vitor Cazarotto Sartori. -- 2020.
31 f.:il.

Orientador: Doutor Siumar Pedro Tironi

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Chapecó, SC, 2020.

1. Capinas. 2. Produtividade. 3. Plantas de
cobertura. I. Tironi, Siumar Pedro, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

VITOR CAZAROTTO SARTORI

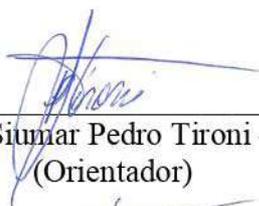
**MANEJO CULTURAL E MECÂNICO DE PLANTAS INFESTANTES NA
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira sul.

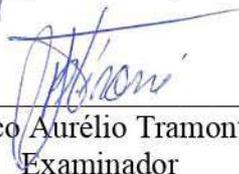
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

13/11/2020

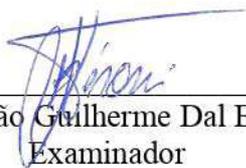
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Siomar Pedro Tironi – UFFS
(Orientador)



Prof. Dr. Marco Aurélio Tramontin da Silva
Examinador



Prof. Dr. João Guilherme Dal Belo Leite
Examinador

Dedico a Deus, aos meus pais Davi Antônio Sartori e minha mãe Lenir Cazarotto Sartori, e a minha irmã Rafaela Cazarotto Sartori pela ajuda e estímulo

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio incondicional, pelas oportunidades de estudo, não medindo esforços para a realização desta conquista, sempre estando disposto a apoiar e ajudar.

Ao orientador, Prof. Dr. Siumar Pedro Tironi, pela orientação, apoio, confiança e amizade construída durante a elaboração deste e dos demais trabalhos realizados. Suas orientações e correções foram essenciais para realização de todos os projetos compartilhados.

Aos meus amigos, que sempre se dispuseram a ajudar nos mais diversos momentos, proporcionando mesmo diante dos trabalhos mais difíceis bons momentos, agradeço muito por tê-los, muito obrigada pelo apoio.

RESUMO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta*) é muito importante para os agricultores familiares, que fazem o cultivo para autoconsumo e comercialização. A produtividade dessa cultura pode ser limitada pela interferência das plantas infestantes, as quais limitam seu desenvolvimento, competindo por água, luz e nutrientes. O manejo dessas espécies pode ser realizado com a cobertura de solo, seguido de plantio direto, mantendo a palhada sobre o solo. O uso de capinas é outra forma de controle de plantas infestantes na cultura da mandioca, porém apresenta elevado custo, além de poder danificar as ramas e as raízes da cultura. Este trabalho avaliou o uso de manejos integrados no controle de plantas infestantes, sendo eles, o uso de diferentes plantas de cobertura, integrando diferentes intensidades de capina. O experimento foi conduzido a campo, na Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Chapecó*. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com parcela subdividida. Os tratamentos foram arranjos em esquema fatorial 4X3, o primeiro fator foi tipos de cobertura: sem cobertura, aveia preta, nabo, ervilhaca + centeio; e o segundo fator alocado foi intensidades de capinas: sem capina, uma capina (aos 45 dias após a emergência – DAE) e duas capinas (aos 30 e 60 DAE). As variáveis fisiológicas avaliadas foram taxa fotossintética (A), concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de transpiração (λ), eficiência da carboxilação (EC) e uso eficiente da água (UEA). Também foram avaliadas a produtividade total, número de raízes comerciais e não comerciais, comprimento médio e diâmetro médio das raízes, número de raízes por planta e diâmetro de rama. Não houve interação entre os fatores estudados, sendo que as variáveis analisadas se mostraram mais responsivas às capinas, com pouco efeito das espécies de cobertura. As variáveis como diâmetro médio, comprimento médio, produtividade e número de raízes comerciais foram as que apresentaram melhores resultados ao incremento de número de capinas. Nas variáveis fisiológicas, foi possível observar melhoria nos resultados com apenas uma capina. As plantas infestantes se mostraram com grande capacidade de ocasionar perdas na produtividade da mandioca, em que a capina se mostrou uma medida de controle de eficiência para seu manejo.

Palavras-chave: Capinas. Produtividade. Plantas de cobertura.

ABSTRACT

The crop of cassava (*Manihot esculenta*) is very important for family farmers, who cultivate for self-consumption and commercialization. The productivity of this crop can be limited by the interference of weed plants, which limit their development, competing for water, light and nutrients. The management of these species can be carried out with soil cover, followed by no-tillage, keeping the straw over the soil. The use of weeding is another way of controlling weed plants in the cassava culture, but it has a high cost, besides being able to damage the branches and roots of the culture. This work evaluated the use of integrated managements in the control of weed plants, namely, the use of different cover crops, integrating different weeding intensities. The experiment was conducted in the field, in the Experimental Area of the Federal University of Fronteira Sul, Chapecó *Campus*. The design used was at random blocks with a subdivided plot. The treatments were arranged in a 4X3 factorial scheme, the first factor being types of cover: no cover, black oats, radishes, vetch + rye; and the second factor allocated was weeding intensities (45 days after emergence - DAE) and two weeds (30 and 60 DAE). The physiological variables evaluated were photosynthetic rate (A), internal CO₂ concentration (C_i), transpiration rate (E), carboxylation efficiency (EC) and efficient water use (UEA). Total productivity, number of commercial and non-commercial roots, average length and average root diameter, number of roots per plant and branch diameter were also evaluated. There was no interaction between the factors studied, and the analyzed variables were more responsive to weeding, with little effect from cover species. Variables such as average diameter, average length, productivity and number of commercial roots showed the greatest response to the increase in the number of weeding. In the physiological variables, it was possible to observe improvement in the results with just one weeding. The infesting plants were shown to have a great capacity to cause losses in the cassava productivity, in which weeding proved to be an efficiency control measure for its management.

Keywords: Weeding. Productivity. Cover crops.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1: Plantio das manivas de mandioca.....	19
Fotografia 2: Manivas utilizadas no plantio da mandioca.....	19
Fotografia 3: Medição diâmetro das ramas.....	20
Fotografia 4: Estande final de plantas em parcelas com alta infestação	21
Fotografia 5: Estande final de plantas em parcelas com baixa infestação	21
Fotografia 6: Colheita das raízes de mandioca.....	22
Fotografia 7: Raízes não comerciais (esquerda) e comerciais (direita).....	22
Fotografia 8: Mensuração de comprimento.....	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos formados pelos dos fatores estudados, cobertura de solo e capina.....	18
Tabela 2. Concentração interna de CO ₂ (C _i - μmol mol ⁻¹), Transpiração (E - mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹), Fotossíntese (A - μmol m ⁻² s ⁻¹), Uso e eficiência da água e (UEA - mol CO ₂ mol H ₂ O ⁻¹) e eficiência da carboxilação (EC – mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹) em função de diferentes coberturas de solo e níveis de capina.....	24
Tabela 3. Diâmetro das ramas de mandioca (cm) em função de cobertura de solo e número de capinas.....	26
Tabela 4. Diâmetro médio de raízes (DMR), comprimento médio de raízes (CMR), número de raízes comerciais por planta (NRCP), número de raízes não comerciais por planta (NRNCP) em função de cobertura de solo e número de capinas.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 CULTURA DA MANDIOCA	14
3.2 PLANTAS INFESTANTES.....	15
3.3 PLANTAS DE COBERTURA.....	16
3.4 PLANTIO DIRETO	16
4 MATERIAL E METÓDOS	18
4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	18
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS	18
4.3 VARIÁVEIS ANALISADAS	20
4.3.1 Variáveis fisiológicas	20
4.3.2 Diâmetro do caule.....	20
4.3.3 Estande final de plantas	20
4.3.4 Colheita e separação de raízes comerciais e não comerciais.....	21
4.3.5 Número de raízes por planta.....	22
4.3.6 Comprimento médio das raízes	22
4.3.7 Diâmetro médio das raízes	23
4.3.8 Produtividade total.....	23
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma espécie vegetal pertencente a família botânica Euphorbiaceae, possui raízes tuberosas, que são sua parte de interesse agrônomo. A safra brasileira de mandioca em 2019 atingiu uma produção de 18,9 milhões de toneladas em uma área de 1,25 milhões de hectares, atingindo uma produtividade média de 15,15t ha⁻¹ (CONAB, 2020).

As raízes da mandioca são de grande importância para a alimentação humana, sendo consumidas principalmente cozidas e usada também como matéria prima no processamento de farinha e para fécula de mandioca (ALBUQUERQUE et al., 2008). Dentre suas utilizações, pode ser empregada, também, na alimentação animal. Possui em sua composição uma grande quantidade de carboidratos sendo considerado o alimento do século XXI, em função e sua adaptação em regiões com déficit hídrico e qualidade alimentar (FAO, 2013).

O manejo inadequado de plantas infestantes na cultura da mandioca é um dos principais fatores que limitam a sua produtividade (ASPIAZÚ et al., 2010). As plantas infestantes prejudicam o desenvolvimento da mandioca competindo por água, luz, nutrientes, além de liberarem compostos aleloquímicos, causando diminuição de produtividade (SILVA et al., 2012).

Na presença de altas infestações pode resultar em perdas severas na produtividade, podendo ser superior a 90 % (ALBUQUERQUE et al., 2008). Mesmo com baixas populações, as espécies infestantes já podem interferir no crescimento e o desenvolvimento ideal da cultura (ALBUQUERQUE et al., 2012).

Segundo Costa et al, (2013), o manejo de plantas infestantes é uma das maiores dificuldades encontradas pelos agricultores, pela falta de herbicidas registrados para a cultura, pelo alto custo de controle com capinas, além da penosidade do trabalho. Sendo o custo com capinas varia de acordo a densidade das plantas daninha.

O uso do plantio direto é uma prática que pode contribuir para diminuir a incidência de plantas infestantes, mantendo a palhada sob a superfície, auxiliando no controle físico, interferindo na germinação de algumas espécies (MONQUERO et al., 2009). A prática do uso de coberturas de solo altera a quantidade de luz que chega ao solo, interferindo na germinação das plantas infestantes (THEISEN et al., 2000).

Com a utilização de plantas de cobertura, independentemente do tipo, causa redução na emergência de plantas infestantes, quando comparada a uma área sem cobertura de palha (CORREIA, et al. 2006).

No cultivo da mandioca pode-se utilizar várias espécies de plantas de cobertura no período anterior a seu plantio, trazendo benefícios na supressão de plantas infestantes e ganhos produtivos (RECALDE et al., 2015). Além disso, algumas plantas de cobertura são capazes de liberar aleloquímicos, que irão ter efeito sobre a germinação e desenvolvimento das plantas infestantes (MORAES, 2013)

2 OBJETIVOS

Os objetivos foram divididos em geral e específicos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a supressão de plantas infestantes na cultura da mandioca com uso de métodos alternativos de manejo, tais como plantas de cobertura e capinas.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Avaliar as alterações fisiológicas da cultura da mandioca cultivada sobre palhada de diferentes espécies de cobertura e com diferentes intensidades de capina;
- Avaliar o efeito do plantio direto na produtividade de raízes de mandioca;
- Avaliar as capinas integradas ao plantio direto sobre a palhada de diferentes espécies de cobertura nas variáveis de qualidade e componentes da produtividade da cultura da mandioca;
- Verificar quais espécies de cobertura de inverno proporcionam maior supressão de plantas infestantes e produtividade da mandioca.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta*) pertence a família Euphorbiaceae e possui raízes tuberosas de interesse agrônomo. O centro de origem e domesticação da mandioca é a América do Sul, em países como Brasil, Bolívia, Peru, Venezuela, Guiana e Suriname (ALLEM, 1994). A cultura da mandioca está extremamente difundida pelo mundo inteiro, servido principalmente para alimentação humana, estima-se que esteja presente em mais de cem países (FAO, 2013).

Na safra brasileira de mandioca em 2019, a cultura atingiu uma produção de 18,9 milhões de toneladas em uma área de 1,25 milhões de hectares, chegando a uma produtividade média no Brasil de 15,15 t ha⁻¹ (CONAB, 2020).

As raízes da mandioca são ricas em carboidratos, podendo ser consumida após o cozimento, ou após processamento, como farinha ou fécula (ALBUQUERQUE et al., 2008). Além do consumo humano, pode ser utilizada para consumo animal, sendo também possível produzir bioetanol e papel a partir dela (FAO, 2013).

A cultura da mandioca não demanda por emprego de alta tecnologia para atingir altas produtividades, pois possuem características que a conferem a capacidade de desenvolvimento mesmo em condições com algumas adversidades, pois realiza bom aproveitamento água e nutrientes. Todas essas características conferem a esta cultura uma boa alternativa de cultivo em pequenas propriedades, assim gerando uma fonte de alimento e/ou renda a mais dentro da propriedade (FAO, 2013).

A cultura da mandioca está presente na maioria das pequenas propriedades, sendo produzida para auto consumo e comercialização do excedente. Nesse modelo de agricultura deve-se explorar os conceitos da agroecologia, pois pode-se produzir com maior sustentabilidade ambiental, redução dos custos de produção, melhoria da qualidade dos alimentos e, conseqüentemente, agregação do valor (NODARI; GUERRA, 2015).

A propagação desta espécie é feita vegetativamente, através do suas ramas, em que as mesmas são repartidas com um número mínimos de gemas viáveis por maniva, os quais terão capacidade de gerar uma planta com as mesmas características da planta mãe (FUKUDA; CARVALHO, 2007).

Uma característica desta cultura é o desenvolvimento lento do seu dossel, principalmente no início do desenvolvimento, o que favorece a chegada de luz ao solo, conseqüentemente o surgimento de plantas infestantes (RECALDE et al., 2015).

3.2 PLANTAS DANINHAS

Plantas infestantes são definidas como aquelas que ocorrem em um local onde não é desejada, são adaptadas aos mais diferentes ambientes e estão presentes na maioria das culturas agrícolas (DE OLIVEIRA et al., 2011).

Possuem geralmente maior habilidade em competir por recursos como água, luz e nutrientes, quando comparadas a plantas cultivadas (DE OLIVEIRA et al., 2011). A cultura da mandioca em comparação com as espécies *Bidens pilosa* e *Brachiaria decumbens*, teve uma menor resposta em relação a doses de fósforo crescentes, se mostrando menos eficiente em aproveitamento deste nutriente (MENDES PEREIRA et al., 2012).

Uma característica que as plantas infestantes apresentam é a capacidade de dormência de suas sementes, o que dificulta e estende o seu período de controle, pois apresenta vários períodos de germinação e emergência durante o ciclo da cultura (DE OLIVEIRA et al., 2011). A dormência é caracterizada quando uma semente mesmo com condições ambientais ideais para germinação, essas permanecem sem germinar, desta forma não germinando todas em um mesmo período (BASKIN; BASKIN, 2004).

Segundo Johanns e Contiero (2008), podem ocorrer perdas de produtividade próximas a 100% quando a cultura for mantida em competição com plantas infestantes por todo o ciclo produtivo. A cultura pode sofrer por interferência direta e/ou interferência indireta durante seu ciclo. A interferência direta é quando as plantas infestantes competem por água, luz, nutrientes, os quais limitarão a cultura, reduzindo sua produtividade, já interferência indireta é quando estas plantas servem de hospedeiras a pragas e doenças, além de dificultarem a colheita (PITELLI, 1987).

O controle de plantas infestantes é realizado com o intuito de reduzir ou evitar perdas econômicas nas plantas cultivadas (SILVA et al., 2012). Para controle dessas plantas existem vários métodos que podem ser usados, sendo os principais: método físico, método cultural, método biológico, método mecânico e o método químico (DE OLIVEIRA et al., 2011).

Na cultura da mandioca o uso do controle mecânico é a forma de controle predominante em áreas de cultivo para subsistência. A capina é o principal controle mecânico empregado, sendo uma prática de alto custo e baixo rendimento operacional e pode causar injúrias as raízes, porém apresenta uma boa eficiência de controle (DE OLIVEIRA et al., 2011), sendo que o revolvimento do solo acaba estimulando a germinação e estabelecimento de mais um fluxo dessas espécies (SILVA et al., 2012).

Durante o cultivo da mandioca quanto maior o período de convivência da cultura com as plantas infestantes, menor será sua altura e diâmetro de caule (ALBUQUERQUE et al.,

2012). Ocorre uma relação entre a produção aérea e a sua produção de raízes, portanto é interessante que ela apresenta bom crescimento de sua parte aérea (GOMES et al., 2007).

3.3 PLANTAS DE COBERTURA

Plantas de cobertura possuem a função de cobrir o solo e protegê-lo, além de realizarem ciclagem de nutrientes, e melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, a fim de potencializar o desenvolvimento da cultura posterior (LAMAS, 2017).

Com a utilização de plantas de cobertura, independentemente do tipo, causa redução na emergência de plantas daninhas, quando comparada a uma área sem cobertura de palha (CORREIA et al., 2006).

Somente com a manutenção da palhada ocorre a diminuição de práticas de controle, segundo Oliveira et al. (2001), havendo redução de plantas daninhas pelos níveis de palha, independentemente de outras formas de controle.

No cultivo da mandioca pode-se utilizar várias espécies de plantas de cobertura no período anterior a seu plantio, trazendo benefícios na supressão de plantas infestantes e ganhos produtivos (RECALDE et al., 2015). Além disso algumas plantas de cobertura são capazes de liberar aleloquímicos, que irão ter efeito sobre a germinação e desenvolvimento dessas espécies (MORAES, 2013)

A palha mantida sobre o solo interfere na emergência de plantas infestantes, pois há diminuição da quantidade e modificação da qualidade da luz que atinge as sementes presentes na superfície do solo (THEISEN et al., 2000).

Dentro do plantio direto deve-se levar em conta a importância da cobertura de solo associada ao sistema de manejo adotado, a fim de adotar um sistema mais conservacionista, protegendo contra plantas infestantes, como também de efeitos erosivos (ROSCOE et al., 2006).

A redução na perda de água pela evaporação é outro benefício que resíduos vegetais de plantas de cobertura podem agregar a cultura implantada, desta forma melhorando o uso e eficiência da água dentro do sistema de cultivo (BAUMAN, 1997).

3.4 PLANTIO DIRETO

O sistema de plantio direto é um sistema que traz reflexos em diversos parâmetros do solo, são eles relativos à erosão, compactação, dinâmica de nutrientes, insetos pragas, doenças, plantas infestantes, biologia do solo e retenção de água (MATTOSO et al., 2001)

O uso do plantio direto é uma prática que pode contribuir para diminuir a incidência de plantas infestantes, mantendo a palhada sob a superfície, auxiliando no controle físico,

interferindo na germinação de algumas plantas infestantes (MONQUERO et al., 2009). A prática altera a quantidade de luz que chega ao solo, interferindo na germinação dessas espécies (THEISEN et al., 2000).

A compactação e densidade do solo em sistema de plantio direto geralmente são superiores que em sistema convencional, o que pode limitar a produtividades da parte aérea e da parte radicular da cultura da mandioca (OLIVEIRA et al., 2001).

Outro fator importante da adoção deste sistema de cultivo é a redução do custo de produção, pois necessitará de menor número de operações de preparo de solo, diminuindo no mínimo uma operação de aração e outra de gradagem (MATTOSO et al., 2001).

4 MATERIAL E METÓDOS

A metodologia será apresentada de forma subdividida a fim de melhorar o entendimento dos processos realizados no decorrer do estudo.

4.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento, foi conduzido a campo, na Área Experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Chapecó na safra 2018/2019, localizado na latitude de 27° 05' 48" S e longitude de 52° 37' 07" W. O solo do local é classificado como um Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2004).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados em parcelas subdivididas, com quatro repetições, as parcelas foram constituídas por cinco linhas da cultura, distanciadas por a 0,8 m, e 5 m de comprimento (20 m²).

Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 4 x 3. O primeiro fator, que foi alocado nas parcelas, foi composto por quatro tipos de cobertura: sem cobertura, aveia preta, nabo, ervilhaca + centeio. O segundo fator, que foi alocado nas subparcelas, foi composto pelo número e capinas: sem capina, uma capina (aos 45 dias a pós a emergência – DAE) e duas capinhas (aos 30 e 60 DAE) (Tabela 1).

Tabela 1: Tratamentos formados pelos dos fatores estudados, cobertura de solo e capina.

Tratamento	Cobertura de solo	Capina
1	Sem cobertura	Sem capina
2	Sem cobertura	Capina aos 45 DAE ¹
3	Sem cobertura	Capina aos 30 e 60 DAE
4	Aveia preta	Sem capina
5	Aveia preta	Capina aos 45 DAE
6	Aveia preta	Capina aos 30 e 60 DAE
7	Nabo	Sem capina
8	Nabo	Capina aos 45 DAE
9	Nabo	Capina aos 30 e 60 DAE
10	ervilhaca + centeio	Sem capina
11	ervilhaca + centeio	Capina aos 45 DAE
12	ervilhaca + centeio	Capina aos 30 e 60 DAE

¹ DAE: Dias após a emergência

Foi utilizada a cultivar fécula branca na realização deste experimento. O plantio da mandioca foi realizado em sistema de plantio direto, nos tratamentos em que havia plantas de cobertura a palhada foi mantida e no fator sem cobertura de solo foi retirada a palhada da

superfície do solo. No pré-plantio foi realizada a rolagem das coberturas no sentido de plantio da mandioca, para facilitar a abertura posterior dos sulcos, estes abertos com subsolador, local onde foram depositadas as manivas para o plantio (Fotografia 1).

Fotografia 1: Plantio das manivas de mandioca.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

O plantio foi realizado com manivas contendo de 4 a 6 gemas, retiradas do terço intermediário do caule (Fotografia 2). As mesmas foram enterradas a aproximadamente 10 cm de profundidade espaçadas a 0,5 m na linha. A adubação foi realizada com uso cama de aviário curtida, que foi distribuída na área antes do plantio com uma dose de 10 t ha⁻¹. O manejo de insetos ou doenças não foi necessário.

Fotografia 2: Manivas utilizadas no plantio da mandioca.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

4.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

4.3.1 Variáveis fisiológicas

Cerca de 60 dias após a emergência foi realizada uma avaliação das variáveis fisiológicas, dentre elas a taxa fotossintética ($A - \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 ($C_i - \mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração ($E - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), eficiência da carboxilação ($EC - \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e uso eficiente da água ($UEA - \text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$), essas avaliações foram realizadas nas últimas folhas completamente expandidas. Para isso, utilizou-se um analisador de gases no infravermelho (IRGA), marca ADC, modelo LCA PRO (Analytical Development Co. Ltd, Hoddesdon, UK). Cada bloco foi avaliado sob iluminação natural em um dia diferente, entre oito e dez horas da manhã, em condições de céu limpo, de forma que se mantivessem as condições ambientais homogêneas durante as análises de cada bloco. A eficiência da carboxilação ($EC - \text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e a eficiência do uso da água ($EUA - \text{mol CO}_2 \text{mol H}_2\text{O}^{-1}$) foram calculadas a partir da razão das variáveis A/C_i e A/E , respectivamente.

4.3.2 Diâmetro do caule

O diâmetro do caule das plantas de mandioca foi medido 5 centímetros acima do nível do solo, com o uso de um paquímetro (Fotografia 3). A determinação foi realizada em pré-colheita, sendo escolhidas plantas aleatoriamente nas fileiras centrais da parcela.

Fotografia 3: Medição diâmetro das ramas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

4.3.3 Estande final de plantas

A variável estande de planta foi avaliado em pré-colheita, sendo avaliado a quantia de plantas dentro da área útil de cada parcela (Fotografia 4 e 5).

Fotografia 4: Estande final de plantas em parcelas com alta infestação.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

Fotografia 5: Estande final de plantas em parcelas com baixa infestação.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

4.3.4 Colheita e separação de raízes comerciais e não comerciais

A colheita da mandioca foi realizada manualmente, 10 meses após o plantio, foram colhidas 10 plantas aleatoriamente, contidas na área útil de cada parcela (Fotografia 6), as quais foram levadas para o galpão para uma série de avaliações quantitativas.

Primeiramente ocorreu a separação das raízes comerciais (maiores e 10 cm de comprimento e 2,5 cm de diâmetro) das raízes não comerciais (Fotografia 7) e posteriormente seguiram para as demais análises.

Fotografia 6: Colheita das raízes de mandioca.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

Fotografia 7: Raízes não comerciais (esquerda) e comerciais (direita).



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

4.3.5 Número de raízes por planta

Foram quantificadas o número de raízes por planta, sendo avaliado a partir da colheita de 10 plantas colhidas aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela, sendo feita uma média dessas plantas.

4.3.6 Comprimento médio das raízes

O comprimento médio das raízes foi realizado com o auxílio de uma fita métrica (Fotografia 8). Foram avaliadas 10 raízes por parcelas, escolhidas aleatoriamente.

Fotografia 8: Mensuração de comprimento.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2019

4.3.7 Diâmetro médio das raízes

O diâmetro médio das raízes foi realizado com o auxílio de um paquímetro, medindo a parte central das raízes, sendo que foram avaliadas 10 raízes por parcelas, escolhidas aleatoriamente.

4.3.8 Produtividade total

A produtividade total foi realizada através dos dados obtidos entre a população de plantas e a produtividade por planta ($t\ ha^{-1}$). Nesta variável foi considerada para essa determinação, tanto as raízes comerciais, quanto as raízes não comerciais.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados serão submetidos a análise de variância, utilizando o programa estatístico SISVAR®, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre os fatores estudados nas variáveis analisadas neste experimento. A concentração interna de CO₂ das folhas de mandioca não foi influenciada pelas coberturas de solo, porém houve diferença na realização de capinas (Tabela 2). Para as capinas se observou que quanto maior a intensidade de capinas, menores os teores de CO₂ na folha. De acordo Silveira (2013) a concentração interna de CO₂ quanto menor for na folha, maior será a taxa fotossintética, pelo fato de o carbono estar sendo melhor aproveitado dentro da folha.

Na Tabela 2 é possível verificar que a taxa de transpiração da mandioca não apresentou diferença estatística entre as coberturas. No entanto, observou-se alteração na intensidade de capinas, sendo que apenas uma capina (45 DAE) apresentou maior taxa de transpiração, diferindo da testemunha não capinada, o que demonstra que com uma capina na área, as plantas de mandioca já apresentam uma maior transpiração, possivelmente maior disponibilidade de água no solo, visto menor interferências das plantas infestantes. De acordo com EL-Sharkawy (2007), a mandioca possui um controle estomático bem eficiente para evitar perdas de água, porém esse mecanismo acaba reduzindo outras variáveis fisiológicas como a fotossíntese.

Tabela 2. Concentração interna de CO₂ (Ci - μmol mol⁻¹), Transpiração (E - mol H₂O m⁻² s⁻¹), Fotossíntese (A - μmol m⁻² s⁻¹), Uso e eficiência da água e (EUA - mol CO₂ mol H₂O⁻¹) e eficiência da carboxilação (EC – mol CO₂ m⁻² s⁻¹) em função de diferentes coberturas de solo e níveis de capina.

Cobertura	Ci	E	A	EUA	EC
Sem cobertura	286,14 a ¹	5,54 a	11,05 a	2,09 a	0,038 a
Aveia preta	285,72 a	5,21 a	11,57 a	2,12 a	0,040 a
Nabo	277,33 a	5,23 a	12,39 a	2,40 a	0,044 a
Ervilhaca + centeio	278,64 a	5,25 a	10,84 a	2,13 a	0,039 a
Capina					
Sem capina	291,29 a	4,38 a	8,69 b	1,99 a	0,029 b
45 DAE	281,32 ab	6,04 b	12,99 a	2,15 a	0,046 a
30 e 60 DAE	273,27 b	5,31 ab	12,54 a	2,36 a	0,045 a
CV (%)	14,3	12,6	20,9	23,85	33,9

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não difere pelo teste de Tukey (p≤0,05)

A taxa fotossintética da cultura da mandioca não foi influenciada pelas coberturas de solo, no entanto, apresentou diferença entre as intensidades de capina (Tabela 2). Evidenciando a importância do controle das plantas infestantes para melhorar a atividade fotossintética da cultura da mandioca e o seu acúmulo de carboidratos nas raízes. A competição exercida pela

comunidade infestante compromete a atividade fisiológica da cultura, pois limita a absorção de água e nutrientes pela cultura.

Nesse sentido, pode-se afirmar que as coberturas de solo não interferem na atividade fotossintética, mas a realização de capinas é fundamental para melhorar a atividade fisiológica da cultura da mandioca. De acordo Silveira (2013), a taxa fotossintética está relacionada a outros fatores, como por exemplo a concentração interna de CO_2 , que ocorre de forma inversamente proporcional a taxa fotossintética.

O uso e eficiência da água (EUA) é um importante indicador da quantia de água a planta está perdendo para que seja possível o acúmulo de carbono, sendo que quanto menos vapor de água ela transpirar neste processo ou maior for a taxa fotossintética maior será a EUA da planta. Na Tabela 2 observa-se que o EUA não apresentou diferença estatística diante de nenhum dos fatores estudados, cobertura de solo ou campina.

A EUA está relacionada com a incorporação do CO_2 na fotossíntese com a quantidade de água que é transpirada nesse mesmo período (Gurevitch et al., 2009). Foi possível observar esta colocação, pois os valores de fotossíntese e transpiração foram menores nos tratamentos sem capinas, sendo assim o valor de EUA se manteve baixo. Com esse resultado pode-se perceber que na situação em que ocorreu a redução da atividade fotossintética também reduziu a transpiração de água, mantendo a EUA constante, o que evidencia que o limitante para a atividade fotossintética é a disponibilidade de água.

A eficiência da carboxilação é dada em razão da fotossíntese pela concentração interna de CO_2 (C_i), sendo quanto maior a fotossíntese ou menor o C_i mais eficiente está sendo a carboxilação das folhas das plantas de mandioca. Os dados apresentaram pequenas diferenças entre os tratamentos (Tabela 2), não havendo diferença entre as coberturas de solo, somente nas intensidades de capinas, em que as os tratamentos com capina apresentarem maior eficiência da carboxilação quando comparada com a testemunha sem capina. Esses resultados, mais uma vez, demonstram o impacto da comunidade infestante na atividade fisiológica das plantas de mandioca.

Na variável diâmetro de ramos da mandioca observou-se diferença estatística entre as diferentes coberturas e entre as intensidades de capina (Tabela 4). As coberturas de nabo e centeio + ervilhaca apresentaram as maiores medias, diferindo da cobertura do solo feito com aveia preta e sem cobertura do solo. Demonstrando que as coberturas de nabo e centeio + ervilhaca pode causar alterações no ambiente que favoreçam o desenvolvimento da cultura, como descompactação do solo e/ou contribuir na supressão das plantas infestantes.

Para as diferentes intensidades de capina observaram-se diferenças para essa variável, em que o tratamento com duas capinas apresentou o maior diâmetro, diferindo dos demais. Com apenas uma capina teve um resultado intermediário, diferindo dos demais tratamentos. Os dados obtidos por Albuquerque (2012) demonstram que quanto maior o período livre de plantas infestantes maior o diâmetro da rama da mandioca, pois menor o período de competição. Essa variável é muito influenciada pela competição exercida pelas plantas infestantes.

Tabela 3. Diâmetro das ramas de mandioca (cm) em função de cobertura de solo e número de capinas.

Cobertura	Diâmetro
Sem cobertura	1,2 c ¹
Aveia preta	1,4 b
Nabo	1,6 a
Ervilhaca + centeio	1,5 a
Capina	
Sem capina	1,0 c
45 DAE	1,4 b
30 E 60 DAE	1,9 a
CV (%)	8,32

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não difere pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Na variável diâmetro médio de raízes não foi observada diferença entre as coberturas de solo, no entanto, observou-se diferença entre o número de capinas, em que o maior valor foi observado quando realizadas duas capinas (Tabela 5). O que demonstra que com o maior número de capinas a cultura da mandioca conseguiu alocar mais carboidratos nas raízes, possivelmente em função da menor competição com as plantas infestantes.

Tabela 4. Diâmetro médio de raízes (DMR), comprimento médio de raízes (CMR), número de raízes comerciais por planta (NRCP), número de raízes não comerciais por planta (NRNCP) em função de cobertura de solo e número de capinas.

Cobertura	DMR	CMR	NRCP	NRNCP	PT (kg ha⁻¹)
Sem cobertura	2,91 a	28,06 a	3,40 a	0,70 a	17142 a
Aveia preta	2,91 a	26,31 a	3,04 a	0,90 a	14676 a
Nabo	2,90 a	28,98 a	3,32 a	0,86 a	14395 a
Centeio + ervilhaca	3,05 a	28,01 a	3,48 a	0,82 a	16529 a
Capina					
Sem	2,58 b ¹	25,80 b	0,92 c	1,07 a	4746 c
45 DAE	2,84 b	25,90 b	4,14 b	0,75 b	11300 b
30 e 60 DAE	3,41 a	31,83 a	6,82 a	0,64 b	31011 a
CV (%)	7,3	5,8	18,2	11,4	26,1

¹ Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de cada fator, não difere pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O comprimento médio de raízes apresentou comportamento similar ao diâmetro médio das raízes, sem apresentar diferença entre as coberturas de solo. No entanto, apresentando maior valor quando realizadas duas capinas. Segundo Albuquerque et al. (2012), quanto maior o período de convivência da mandioca com plantas infestantes menor foi o diâmetro de caule da cultura, e comprimento das raízes. A interferência causada pela comunidade infestantes, especialmente pela competição por água, luz e nutrientes interfere diretamente no acúmulo de fotoassimilados da cultura da mandioca, que compromete o desenvolvimento das suas raízes.

Nas variáveis número de raízes comerciais e não comerciais por planta não foi observado efeito das espécies de cobertura (Tabela 5). Já com relação às capinas, com três capinas observou-se maior número de raízes comerciais por planta e tendência de menor número de raízes não comerciais (Tabela 5). Evidenciando que com maior número de capinas há maior proporção de produção de raízes comerciais, que realmente são importantes para o produtor.

A produtividade total de raízes não foi influenciada pelas coberturas de solo (Tabela 5), diferindo do trabalho apresentado por Otsubo et al. (2008), no qual o uso de plantas de cobertura resultou em uma maior produtividade, e maior número de raízes comerciais por planta. No entanto, foi observada maior produtividade quando realizadas duas capinas, aos 30 e 60 DAE, época em que as plantas infestantes causam maior dano para a cultura. Dessa forma, com essas duas capinas foi reduzida a interferência da comunidade infestante na cultura.

Com a realização de duas capinas, aos 30 e 60 DAE, é realizado o controle das plantas infestantes durante a maior parte do período crítico de prevenção da interferência da cultura da mandioca, que varia de 18 Dias após plantio (DAP) de acordo (BIFFE et al, 2010), chegando a até 60 DAP (Johanns & Contiero, 2008). Que possibilitou a obtenção de elevada produtividade da cultura. Considerando que, quando não realizado nenhuma campina a perda de produtividade foi de aproximadamente 85%, demonstrando a importância da realização do controle das plantas infestantes.

6 CONCLUSÕES

A cultura da mandioca mostrou-se altamente responsiva ao controle mecânico de plantas infestantes, sendo que as mesmas impactaram na cultura nas mais diversas variáveis.

A maioria das variáveis fisiológicas apresentou melhor resultado quando realizadas capinas na cultura da mandioca, especialmente para a atividade fotossintética. Considerando que as espécies de cobertura não influenciaram essas variáveis.

A presença de coberturas de solo contribuiu apenas para o diâmetro de ramas, que apresentou maior valor quando cultivado nabo ou ervilhaca + centeio anteriormente a implantação da cultura.

O número de capinas se mostrou muito importante para as variáveis de qualidade e componentes de produtividade da cultura da mandioca. Comparando o tratamento com duas capinas com a testemunha não capinada, observou-se perda de produtividade de, aproximadamente, 85%.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. Interferência de plantas daninhas sobre a produtividade da mandioca (*Manihot esculenta*). **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 279-289, 2008.
- ALBUQUERQUE, J.A.A. et al. Desenvolvimento da cultura de mandioca sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.30, n.1, p.37-45, 2012.
- ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* crantz (Euphorbiaceae). **Genetic resources and crop Evolution**, v. 41, n. 3, p. 133-150, 1994.
- ASPIAZÚ, I. et al. Water use efficiency of cassava plants under competition conditions. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 699-703, 2010.
- BASKIN, J. M.; BASKIN, C. C. A classification system for seed dormancy. **Seed science research**, v. 14, n. 01, p. 1-16, 2004.
- BAUMAN, T.T. General aspects of weed management in no till planting. In: Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas, 21., 1997. Caxambu, MG. Palestra e mesas redondas. **Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas**. 1997
- BIFFE, D. F. et al. Período de interferência de plantas daninhas em mandioca (*Manihot esculenta*) no noroeste do Paraná. **Planta Daninha**. V. 28. N 3. Viçosa 2010.
- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Histórico mensal da mandioca. Análise mensal - janeiro 2020. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca>>. Acesso em: 02 jul. 2020
- CORREIA, N. et al. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.245-253, 2006.
- COSTA, N. V. et al. Weed interference periods in the 'Fécúla Branca' cassava. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 533-542, 2013.
- DE OLIVEIRA et al. Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba. **Omnipax**, p.348, 2011.
- EL-SHARKAWY, M. A. Physiological characteristics of cassava tolerance to prolonged drought in the tropics: Implications for breeding cultivars adapted to seasonally dry and semi arid environments. *Braz. J. Plant Physiol.*, v. 19, n. 4, p. 257-286, 2007.
- EMBRAPA. **Solos do Estado de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004. Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 46.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Mandioca, um guia para a intensificação sustentável da produção**. 2013. Disponível em < www.fao.org/publications>. Acesso em: 17 de maio de 2019.
- FUKUDA, W. M. G.; DE CARVALHO, H. W. L. Propagação rápida de mandioca no nordeste brasileiro. **Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica**, 2007.

GUREVITCH, J. et al. *Ecologia Vegetal-2*. Porto Alegre- RS, Artmed Editora, 2009.

GOMES, C.N. et al. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1121-1130, 2007.

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, 2008.

LAMAS, F. M. Plantas de coberturas: O que é isto? **Embrapa Agropecuária Oeste**. 2017. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto> >. Acesso em: 02 set. 2020.

MATTOSO, M. J. Custos de produção em plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte. V22, n.208. p.109-116, jan./fev.2001.

MENDES PEREIRA, G. A. et al. Crescimento da mandioca e plantas daninhas em resposta à adubação fosfatada. **Revista Ceres**, v. 59, n. 5, 2012.

MONQUERO, P. A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MORAES, P. V. D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenho produtivo da cultura do milho. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 34, n. 2, p. 497-508, 2013.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, v.29, n.83, p.183-207, 2015

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

OTSUBO, A. A. et al. 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.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série técnica IPEF**, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

RECALDE, K.M.G. et al. Weed suppression by green manure in an agroecological system. **Revista Ceres**, v.62, n.6, p.546-552, 2015.

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). *Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares*. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2006. p. 17-42.

SILVA, D.V. et al. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, v.30, n.4, p.901-910, 2012.

SILVEIRA, H. M. et al. Características fisiológicas de cultivares de mandioca após aplicação do mesotrione. **Planta daninha**. vol.31 n.2. Viçosa. Abr./mai. 2013.

THEISEN, G. et al. 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.