



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**MILHO ORGÂNICO CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES:  
ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS**

**BARBARA CHRYS GOMES BALDUINO**

**Araras**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL**

**MILHO ORGÂNICO CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES:  
ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS**

**BARBARA CHRYS GOMES BALDUINO**

ORIENTADORA: PROF<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANASTÁCIA FONTANETTI  
CO-ORIENTADOR: Dr. ADEMIR DURRER BIGATON

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL.

Araras  
2020

Chrys Gomes Balduino, Barbara

MILHO ORGÂNICO CONSORCIADO COM ADUBOS  
VERDES: ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE  
PLANTAS DANINHAS / Barbara Chrys Gomes Balduino -  
- 2020.  
70f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São  
Carlos, campus Araras, Araras  
Orientador (a): Anastácia Fontanetti  
Banca Examinadora: Maurílio Fernandes Oliveira,  
Patrícia Andrea Monquero  
Bibliografia

1. 1. Agroecologia 2. Adubação Verde 3. Milho Orgânico.  
I. Chrys Gomes Balduino, Barbara. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática  
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Helena Sachi do Amaral - CRB/8  
7083



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Agrárias  
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural

---

### Folha de Aprovação

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Barbara Chrys Gomes Balduino, realizada em 28/08/2020.

### Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Anastacia Fontanetti (UFSCar)

Profa. Dra. Patricia Andrea Monquero (UFSCar)

Prof. Dr. Maurilio Fernandes de Oliveira (EMBRAPA)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me concedeu todas as forças necessárias para aprender todo o conhecimento que a pós-graduação me proporcionou.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), código de financiamento 001.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural.

À Profa. Dra. Anastácia Fontanetti, minha orientadora em especial, agradeço todo o esforço, atenção, paciência e ensinamentos. Vou levar sempre comigo!

Ao Dr. Ademir Durrer Bigaton, meu co-orientador, agradeço pelos ensinamentos e acompanhamento durante a pesquisa e análises laboratoriais.

À minha mãe, Cristiane Batista Gomes por sempre ter acreditado no meu potencial, ao meu pai, João Balduino dos Santos Neto, a minha vó Rita de Cássia Batista Gomes e a minha irmã, Victória Balduino dos Santos Neto.

Ao meu companheiro Aldo da Costa Silva, que esteve comigo desde o início desta caminhada, sempre me apoiando.

Aos amigos e colegas de trabalho do NEPAC (Núcleo de Estudo e Pesquisa em Agricultura da Conservação), em especial Leila Bonfanti, Francisco, Ana Paula e Luiz Filipe por todo trabalho e alegria compartilhada;

Ao laboratório do PMGCA (Programa de Melhoramento Genético de Cana-de-açúcar) - CCA/UFSCar, em especial Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Monalisa Carneiro e a técnica Isabela Valadão.

Aos companheiros de pós-graduação, Alisson Queiróz, Ailsa Arcanjo, Érikson Kadoshe, Daniella Pimenta, Rubenice Maria de Freitas, Diego Ruiz e Bruna Silva.

Aos membros da banca do exame de qualificação e da defesa de dissertação: Dr. Maurílio Fernandes Oliveira, Prof. Dr. Rodrigo Gazaffi e Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Patrícia Andrea Monquero, muito obrigada!!!

Aos demais professores, pesquisadores, técnicos e alunos que colaboraram direta e indiretamente neste projeto.

## Sumário

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>i</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
<b>CAPÍTULO I - DINÂMICA DA COMUNIDADE DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM FABÁCEAS EM SISTEMA ORGÂNICO.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>11</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>28</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO II - ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS MÊCANICO E CULTURAL PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E PRODUÇÃO DE MILHO ORGÂNICO</b> .....	<b>33</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>33</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>34</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>38</b>
2.1 Caracterização da área experimental .....	38
2.2 Delineamento experimental .....	39
2.3 Condução do experimento .....	39
2.4 Avaliações.....	41
2.4.1 Análise de crescimento do milho .....	41
2.4.2 Dinâmica do nitrogênio.....	41
2.4.3 Produtividade de grãos de milho .....	43
2.4.4 Massa de matéria seca das plantas daninhas (MSPD) .....	43
2.4.5 Forma de análise dos resultados.....	44
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>44</b>
<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	<b>53</b>
<b>5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>53</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO I

Pág.

Tabela 1. Riqueza (S), índices de diversidade de Margalef ( $\alpha$ ), o shannon (H), equabilidade de Pielou (E) da comunidade de plantas daninhas no estágio V8 do milho (oito folhas expandidas) nas safras de 2017/18 e 2018/19 em função dos consórcios de milho com os adubos verdes e do cultivo exclusivo de milho em sistema orgânico. Araras, SP, 2020. ....	20
Tabela 2. Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no cultivo exclusivo de milho (M) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.....	25
Tabela 3. Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no consórcio de milho com <i>Crotalaria spectabilis</i> (MC) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.....	26
Tabela 4. Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no consórcio de milho com <i>Cajanus cajan</i> (MG) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.....	27
Tabela 5. Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no consórcio de milho com <i>Crotalaria spectabilis</i> e <i>Cajanus cajan</i> (MCG) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19 . Araras, SP.....	27

**CAPÍTULO II****Pág.**

Tabela 1. Análise de crescimento do milho, massa seca (MSM) e índice de área foliar (IAF) nos estádios fenológicos do milho V4 (quatro folhas), V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) do milho em função dos sistemas de cultivo e manejos das plantas daninhas. Arara, SP, safra 2018/19. .... 46

Tabela 2. Índice de clorofila Falker (ICF) do milho nos estádios fenológicos nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas), V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) em função dos sistemas de cultivo e manejos das plantas daninhas. Araras, SP, safra 2028/19. .... 47

Tabela 3. Matéria seca dos adubos verdes (MSAV) nos estádios fenológicos V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) do milho e acúmulo de nitrogênio na massa seca dos adubos verdes (N acumulado) no estágio R6 (maturação fisiologia dos grãos) do milho em função dos consórcios. Araras, SP, safra 2018/19. .... 49

Tabela 4. Massa seca das plantas daninhas no estágio de oitos folhas expandidas do milho (V8), aproximadamente aos 25 dias após manejo, e produtividade de grãos de milho em função dos sistemas de cultivo e dos manejos de plantas daninhas. Araras, SP, safra 2018/19. .... 52



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>CAPÍTULO I</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Temperaturas média (C°) e precipitação acumulada (mm) durante os meses de condução do experimento, nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP. ....	15
Figura 3. Dissimilaridade da comunidade de plantas daninhas nos consórcios de milho e adubos verdes e no cultivo exclusivo de milho no estágio fenológico de oito (V8) folhas expandidas, Araras, SP, safra 2017/18. O gráfico representa uma análise de PcoA utilizando-se Bray Curtis como matriz de distância. ....	22
Figura 4. Dissimilaridade da comunidade de plantas daninhas nos consórcios de milho e adubos verdes e no cultivo exclusivo de milho no estágio fenológico de oito (V8) folhas expandidas, Araras, SP, safra 2018/19. O gráfico representa uma análise de PcoA utilizando-se Bray Curtis como matriz de distância. ....	23
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Médias seguidas de mesma letra minúscula para os manejos (cultivador e roçada) e maiúscula para os sistemas de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Monocultivo de milho (M), milho/crotalária (MC), milho/guandú-anão (MG), milho/crotalária/guandú-anão (MCG). ....	51

# MILHO ORGÂNICO CONSORCIADO COM ADUBOS VERDES: ALTERNATIVAS PARA O MANEJO DE PLANTAS DANINHAS

**Autor:** BARBARA CHRYS GOMES BALDUINO

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANASTÁCIA FONTANETTI

**Co-orientador:** Dr. ADEMIR DURRER

## RESUMO

O cultivo de milho em sistema orgânico é importante para atender as cadeias produtivas de leites, carnes e ovos orgânicos. No entanto, a produção de milho orgânico enfrenta dois principais desafios, o manejo das plantas daninhas e a nutrição mineral, principalmente de nitrogênio (N). Objetivou-se com o trabalho avaliar os efeitos do cultivo simultâneo de milho com *Crotalaria spectabilis* Roth e quandú-anão (*Cajanus cajan* L.) associado com duas técnicas mecânicas de controle das plantas daninhas (roçada e cultivador com enxadas) na dinâmica e manejo das espécies daninhas, no fornecimento de nitrogênio e na produtividade de grãos. Os experimentos foram conduzidos nas safras 2017/18 e 2018/19 em Araras (SP), no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. No experimento 1 (Capítulo 1) os tratamentos foram os consórcios de milho com: *Crotalaria spectabilis* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC), *Cajanus cajan* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plantas m<sup>-1</sup>, 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M). O experimento 2 (Capítulo 2) foi instalado em esquema fatorial 2x4, dois métodos mecânicos de manejo de plantas daninhas, roçada e cultivador com enxadas, e quatro consórcios de milho com: *Crotalaria spectabilis* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC), *Cajanus cajan* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plantas m<sup>-1</sup>, 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M). As plantas daninhas foram avaliadas nas entrelinhas de plantio, nos estádios de quatro e oito folhas expandidas do milho. Foram determinadas a riqueza (S), diversidade de Margalef ( $\alpha$ ) e Índice de Shannon (H') e equitabilidade de Piellou (E) da comunidade e a importância relativa (IR) das espécies daninhas. Os dados também foram submetidos a análise de coordenadas principais (PCoA), juntamente com a análise multivariada SIMPER (porcentagem de similaridade). Na safra 2018/19, houve redução na riqueza e diversidade de espécies daninhas. Os consórcios MG e MCG na safra 2018/19 apresentaram composição de espécies daninhas mais próxima ao M e menor E, ou seja, predominância de menor número espécies. Os sistemas de cultivo pouco influenciaram a IR das principais espécies daninhas. Ocorreu predominância de espécies daninhas de verão com florescimento tardio e permanência na entressafra. Foram avaliados: o crescimento do milho: massa seca (MSM) e índice de área foliar (IAF) nos estádios V4, V8 (quatro e oito folhas) e VT (pendoamento) do milho. A

dinâmica do nitrogênio: índice de clorofila Falker (ICF) nos estádios V4, V8 e VT, massa seca dos adubos verdes (MSAV) nos estádios V8 e R6 (maturação fisiológica), acúmulo de nitrogênio na MSAV no estádio R6 e o teor de N nos grãos de milho. A produção de massa seca das plantas daninhas (MSPD) nos estádios V8 e R6 e a produtividade de grãos de milho. A roçada e o cultivador não interferiram na produção MSM. Porém, o cultivador favoreceu o aumento IAF. As maiores produções de MSAV ocorreu nos consórcios MC e MCG. O menor ICF do milho foi no MG, indicando possível competição entre o milho e o guandú-anão pelo nitrogênio no estádio VT do milho. Não houve diferença entre os sistemas de cultivo e os manejos de plantas daninhas para o teor de N e produtividade de grãos de milho. O cultivador não foi eficiente para o controle de plantas daninhas nos consórcios de milho com adubos verdes que produziram maior MSAV.

**Palavras-chave:** agricultura orgânica, cultivador, dinâmica de plantas daninhas, nitrogênio e roçada

## **ORGANIC CORN CONSORTIUM WITH GREEN FERTILIZERS: ALTERNATIVES FOR THE MANAGEMENT OF WEEDS**

**Author: BARBARA CHRYS GOMES BALDUINO**

**Adviser: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. ANASTÁCIA FONTANETTI**

**Co-adviser: Prof. Dr. ADEMIR DURRER**

### **ABSTRACT**

The cultivation of corn in an organic system is important to meet the production chains of milk, meat, and organic eggs. However, organic corn production faces two main challenges, weed management and mineral nutrition, especially nitrogen. The experiments were conducted in the 2017/18 and 2018/19 harvests in Araras (SP), in a randomized block design with four replications. In experiment 1 (Chapter 1) the treatments were corn intercropping with: *Crotalaria spectabilis* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MC), *Cajanus cajan* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MG) and *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plants m<sup>-1</sup>, 3 plants of each green manure) (MCG) and one control, maize monoculture (M). Experiment 2 (Chapter 2) was installed in a 2x4 factorial scheme, two mechanical weed management methods, mowing and cultivator with hoes, and four corn intercropping with: *Crotalaria spectabilis* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MC), *Cajanus cajan* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MG) and *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plants m<sup>-1</sup>, 3 plants of each green manure) (MCG) and one control, monoculture of corn (M). Weeds were evaluated in between the planting rows, in the stages of four and eight expanded leaves of corn. Wealth (S), Margalef diversity ( $\alpha$ ) and Shannon Index (H') and Piellou equitability (E) of the community and the relative importance (IR) of weed species were determined. The data were also submitted to principal coordinate analysis (PCoA), along with the SIMPER multivariate analysis (similarity percentage). However, there was a reduction in species richness and diversity in the 2018/19 harvest. The consortia MG and MCG in the 2018/19 harvest presented weed composition closer to M and lower E, that is, predominance of fewer weeds. The cultivation systems had little influence on the IR of the main weeds. There was a predominance of summer weeds with late flowering and remaining in the off-season. The following were evaluated: corn growth: dry mass (MSM) and leaf area index (IAF) at stages V4, V8 (four and eight leaves) and VT (pendoamento) of corn. The dynamics of nitrogen: Falker chlorophyll index (ICF) in stages V4, V8 and VT, dry mass of green fertilizers (MSAV) in stages V8 and R6 (physiological maturation), nitrogen accumulation in MSAV at stage R6 and the content of N in corn kernels. The weed dry mass production (MSPD) in stages V8 and R6 and the productivity of corn grains. The mowing and the cultivator did not interfere in the MSM production. However, the grower favored the IAF

increase. The largest MSAV productions occurred in the MC and MCG consortia. The lowest ICF for corn was in MG, indicating possible competition between corn and dwarf pigeon for nitrogen in the VT stage of corn. There was no difference between cultivation systems and weed management for N content and corn grain yield. The cultivator was not efficient for weed control in corn intercrops with green manures that produced higher MSAV.

**Keywords:** organic agriculture, cultivator, weed dynamics, nitrogen and mowing.

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Novos valores, sociais e ambientais, antes não relevantes, estão sendo agregados aos produtos e influenciando a escolha dos consumidores em diversos setores do mercado. No setor alimentício, por sua vez, os consumidores estão cada vez mais exigindo alimentos saudáveis, cuja produção não tenha posto em risco o ambiente e a qualidade de vida da comunidade que o produz.

Neste contexto, cabe destacar o crescimento do mercado de produtos orgânicos no cenário mundial e nacional. Estima-se que há 112,3 milhões de hectares sob manejo orgânico no mundo (incluindo: áreas agricultáveis, extrativismo e aquicultura), esse número, pode ser ainda maior, pois as informações dessas atividades são escassas em muitos países (WILLER E LERNOUD, 2019). O crescimento da área agricultável mundial destinada a cultivos orgânicos aumentou 365% na última década, quase 10% ao ano (LIMA et al., 2020). Também a venda mundial de produtos orgânicos cresceu em 11% no período de 2000 a 2017, posicionando o setor como um dos mais estratégicos economicamente, quando se comparam seus resultados recentes aos dados, do consumo de produtos agrícolas básicos não orgânicos, em especial, nos países desenvolvidos em que há uma tendência de estabilização do consumo *per capita* de cereais, raízes, tubérculos e carne nos próximos dez anos (LIMA et al., 2020).

O Brasil, nos últimos anos, está se consolidando como grande produtor de alimentos orgânicos, estimasse que 1 milhão de hectares é cultivado organicamente no país e os principais produtos são hortaliças, frutas, tubérculos, raízes e grãos (SEBRAE, 2018). O número de produtores aumentou expressivamente, existem mais de 17 mil registros de unidades produtoras, 2 mil apenas no estado de São Paulo (MAPA, 2020).

Considerando a crescente demanda por alimentos, pelos países industrializados, principalmente por proteína animal, as perspectivas são favoráveis para o aumento da participação brasileira nos mercados orgânicos de frutas tropicais, carnes e produtos da biodiversidade (SEBRAE, 2020).

Entre os grãos produzidos em sistema orgânico, o milho, assume elevada relevância por ser um dos principais componentes das rações animais, sendo a sua produção e oferta regular, essencial para a consolidação das cadeias produtivas de proteína animal orgânica (FONTANETTI et al., 2006).

No entanto, a produção de milho no sistema orgânico enfrenta desafios técnicos, como o manejo das plantas daninhas (ARCHER et al., 2007, FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012), o suprimento adequado de nitrogênio (MULLER et al., 2017), bem como, o fornecimento desse nutriente, em sincronia com a demanda da cultura (FERNANDES et. al., 2007).

As interferências das plantas daninhas na cultura do milho além de acarretar perdas de produtividade, também podem alterar a qualidade do produto, por modificar suas características e dificultar o beneficiamento, além de onerar os custos de produção necessários para o manejo. As plantas daninhas podem ainda ser hospedeiras de pragas e doenças (SILVA et al., 1997).

Quanto a produtividade, diversos fatores podem agravar a perda como: o período no qual ocorre a interferência e a espécie daninha (ALVES e PITELLI, 2001). Balbinot et al. (2016) observaram que o rendimento do milho pode ser reduzido em aproximadamente 57% quando as plantas daninhas são controladas tardiamente (28 dias após a emergência da cultura), reduzindo a produção de grãos de 10.605,8 Kg ha<sup>-1</sup> para 4.608,15 Kg ha<sup>-1</sup>. Algumas espécies daninhas são comprovadamente mais competitivas com a cultura do milho, como exemplos, a *Commelina benghalensis* (CARVALHO et al., 2011), *Euphorbia heterophylla* e *Cenhrus echinatus* (KARAN et al., 2014), outras, como a *Digitaria insularis* e *Chamaesyce hirta*, no entanto, podem tornar-se, com o tempo, prejudiciais para a cultura em função da dificuldade de controle (KARAN et al., 2014).

Também, no sistema orgânico, a produtividade de milho é reduzida, consideravelmente, dependendo da densidade de espécies daninhas e do manejo adotado (COX e CHERNEY, 2018).

O manejo predominante das plantas daninhas no sistema orgânico é a capina manual ou o arranquio (SPAGNOLO et al., 2017). Esse manejo pode inviabilizar a produção orgânica em médias e grandes propriedades, pois onera os custos de produção. Estima-se que aproximadamente 18% do custo total da produção do milho orgânico advêm do manejo de plantas daninhas (CRUZ et al., 2006).

Outros pesquisadores já avaliaram o uso da roçada (ceifa) como método de manejo das plantas daninhas no cultivo de milho orgânico. Darolt e Skora Neto (2002), relatam que esse método demanda menos mão de obra em relação a capina e não prejudica o rendimento de grãos de milho.

No entanto, o uso da roçada para o manejo das plantas daninhas no milho em sistema de plantio direto orgânico, avaliado durante três safras consecutivas, demonstrou que esse método favoreceu o aumento das espécies que se propagam vegetativamente, como *Cyperus rotundus*, *Artemisia verlotorum*, *Commelina benghalensis* e *Cynodon dactylon* (FONTANETTI, 2008). Nesse sistema, verificou-se também a maior produção de biomassa total de plantas daninhas em comparação ao sistema de plantio direto convencional com utilização de herbicidas, devido, principalmente à alta capacidade de rebrota de algumas espécies, como por exemplo, *Bidens pilosa* (VAZ DE MELO et al., 2007).

Giraldeli, Fontanetti e Monquero (2019) verificaram que a roçada não reduziu a competição de *Ipomoea triloba* com o milho, principalmente em maiores densidades populacionais da infestante. As plantas de *Ipomea triloba* rebrotam, após a roçada, e apesar de acumularem menor massa seca foram mais eficientes na absorção de N, P, K e Mg em relação as plantas não roçadas.

Assim, dentro do manejo mecânico das plantas daninhas, em sistema orgânico, alternativas devem ser estudadas. Entre essas, estão os cultivadores ou capinadores mecânicos automatizados, que podem aumentar o rendimento operacional e a eficiência no controle das plantas daninhas (FENNIMORE et al., 2016). Este sistema auxilia no controle das plantas espontâneas nas entrelinhas sem causar danos severos às culturas. Podendo



ser uma alternativa, para médias e grandes áreas em que há reduzida disponibilidade de mão de obra, fato que praticamente inviabiliza o controle manual. Porém, o revolvimento do solo, altera a comunidade de plantas daninhas (CORRÊA et al., 2011), sendo necessário avaliar o efeito dessa técnica ao longo do tempo.

Entende-se, portanto que a gestão das espécies daninhas em sistema orgânico deve ser realizada de forma integrada, observando não apenas as práticas de manejo, mas também o desenho e ocupação do agroecossistema no espaço e tempo. O desenvolvimento de estratégias culturais, biológicas, mecânicas e físicas são fundamentais para elaboração de programas de manejo integrado das plantas daninhas, principalmente em sistemas orgânicos (RASK e KRISTOFFERSEN, 2007; PÉREZ-RUIZ et al., 2012; KNEZEVIC et al., 2014). Assim, esse trabalho propôs unir os métodos mecânicos (roçada e cultivador) com os culturais (consórcio do milho com adubos verdes).

Os sistemas consorciados de milho com adubos verdes, principalmente da família Fabaceae vêm sendo estudados com intuito de aperfeiçoar o manejo das plantas daninhas no cultivo orgânico de milho. De acordo com Bajwa et al. (2015) em função do potencial físico (supressão) e alelopático a inclusão dos adubos verdes nos programas de rotação de culturas pode aumentar a efetividade no controle das espécies daninhas e para isso, é necessário utilizar espécies que ocupem rapidamente o solo e produzam elevada biomassa.

Corrêa et al. (2014) avaliaram o efeito do consórcio de milho com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) na dinâmica das plantas daninhas, durante quatro safras consecutivas de milho em sistema de plantio direto orgânico, e verificaram redução da importância relativa das espécies *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria* sp. Também, estudando o consórcio de milho com feijão-de-porco, Giraldeleli; Fontanetti; Santos (2019), verificaram que a comunidade de plantas daninhas modificou-se ao longo do ciclo da cultura do milho em função das alterações proporcionadas pelo crescimento e estabelecimento das plantas de milho e de feijão-de-porco,

transformando os padrões de competição. Por fim, as mesmas autoras, destacam que esse consórcio é uma alternativa para a produção de milho em sistema de plantio direto orgânico, no entanto necessita da realização de pelo menos uma capina no estágio V4 do milho (quarta folha desenvolvida do milho)

Também, o cultivo intercalar de milho com guandu-anão (*Cajanus cajan*) em sistema orgânico reduziu a importância relativa das espécies *Amaranthus viridis* e *Cyperus rotundus* no primeiro ano de cultivo. No segundo ano consecutivo do consórcio, houve maior sucessão da flora infestante, no período compreendido entre o estágio V4 até a colheita das espigas, ocorrendo redução de, aproximadamente, 27% das famílias, porém houve aumento de 20% das espécies. Além disso, o guandu-anão reduziu a infestação de *Urochloa decumbens* (SALGADO et al., 2015).

Porém, Arantes et al. (2016) estudaram o consórcio de milho com as forrageiras calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), puerária (*Pueraria phaseoloides*) e soja-perene (*Neonotonia wightii*) em sistema orgânico, identificaram que elas não foram eficientes para o controle das plantas daninhas.

Outras vantagens do consórcio de milho com os adubos verdes da família Fabaceae é a possibilidade de aporte de nitrogênio ao agroecossistema, em função das associações sinérgicas das plantas da dessa família com bactérias fixadoras de nitrogênio (e.g. gênero *Rhizobium*) (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012). Esta interação é caracterizada pela existência de microrganismos simbióticos localizados no interior dos nódulos, os quais promovem a fixação biológica do nitrogênio (FBN) em condições ambientais mais estáveis (CASSETARI; SILVA; CARDOSO, 2016).

Um segundo benefício relevante a prática da adubação verde quanto a disponibilidade de nitrogênio no sistema solo-planta, deve-se ao fato que estudos anteriores verificaram que a decomposição dos resíduos vegetais, assim como, a liberação de compostos específicos, por meio de exsudados radiculares, servem como fonte de energia para diversos microrganismos do solo, inclusive os envolvidos na ciclagem de nitrogênio (YARWOOD;

MYROLD; HOGBER, 2009).

Neste processo as enzimas microbianas exercem papel de destaque, contribuindo para a qualidade do solo. As enzimas mineralizadoras do solo, promovem a disponibilização deste nutriente para as plantas, por meio de sua ciclagem (CASSETARI; SILVA; CARDOSO, 2016).

Mediante a relevância do tema, a presente pesquisa objetivou avaliar os efeitos do cultivo simultâneo de milho com *Crotalaria spectabilis* Roth e guandú-anão (*Cajanus cajan* L.) associado com duas técnicas mecânicas de controle das plantas daninhas (roçada e cultivador com enxadas) na dinâmica e manejo das espécies daninhas, no fornecimento de nitrogênio e produtividade de grãos de milho.

## 1.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WILLER, H.; LERNOUD, J. (Eds.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2019**. Frick: FiBL; Bonn: Ifoam – Organics Internacional, 2019.

ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Manejo ecológico de plantas daninhas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 212, p. 29-39, set./out. 2001.

ARANTES, A.C. C.; Fontanetti A.; Soares, M. R.; Francisco José da Silva NETO, F. J. S.; PRÓSPERO, A. G.; Agronomic characteristics and yield of organic maize straw intercropped with perennial green manures. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 222-229, Jul./Sep. 2016.

ARCHER, D. W., JARADAT, A. A., JOHNSON, J. M. F., LACHNIGHT-WEYERS, S., GESCH, R. W., FORCELLA, F., KLUDZE, H. K. Crop Productivity and Economics during the Transition to Alternative Cropping Systems. **Agronomy Journal**. 2007; 99:1538–1547.

BAJWA, A.A.; MAHAJAN, G.; CHAUHAN, B.S. Nonconventional weed management strategies for modern agriculture. **Weed Science**, v. 63, n. 4, p.723-747, 2015.

BALBINOT, C.R.; DARIVA, P.A.; SORDI, A.; LAJÚS, C.R.; CERICATO, A.; LUZ, G.L.; KLEIN, C. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho. *Unoesc & Ciência - ACET*, v.7, n.2, p.211-218, 2016.

CARVALHO, F.P., SANTOS, J.B., CURY, J.P., VALADÃO SILVA, D., BRAGA, R. R., BYRRO, E.C.M. Allocation of dry Matter in Maize Cultivars in

Competition with Weed. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 29, n. 2, p. 373-382, 2011.

CASSETARI, A. de S.; SILVA, M. C. P. da; CARDOSO, E. J. B. N. Capítulo 8: Fixação Biológica de nitrogênio simbiótica. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R., MIRANDA, G.V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 354-363, abr-jun, 2011.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS, J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. da. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 160-172, 2014.

COX, W. J., CHERNEY, J. H. Agronomic comparisons of conventional and organic maize during the transition to an organic cropping system. **Agronomy**. 2018;8(7):1-16.

CRUZ, J. C.; KONZEN, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARRIEL, I. E.; CRUZ, I.; DUARTE, J. de O.; OLIVEIRA, M. F.; ALVARENGA, R. C. Importância da produção do milho orgânico para a agricultura familiar. Embrapa, Belo Horizonte, 2006.

DAROLT, M. R.; SKORA NETO, F. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. 2002. Disponível em: <[www.planetaorganico.com.br](http://www.planetaorganico.com.br)>. Acesso em: 15 de mai. 2018.

FENNIMORE, S. A.; Smith, R. F.; Tourte, L.; Le Strange, M.; Rachuy, J. S. Evaluation and economics of a rotating cultivator in bok choy, celery, lettuce, and radicchio. **Weed Technology**, v. 28, n. 1, p. 176 -188, 2016.

FERNANDES, S. B. V.; UHDE, L. T.; WÜNSCH, J. A. A fertilidade do solo em sistemas orgânicos de cultivo de soja. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1541-1544, 2007.

FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. Viçosa: UFV, 2008. 84p. (Tese-Doutorado).

FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p.127-136, jul./ago. 2006.

FONTANETTI, A.; SANTOS, I. C. dos; GALVÃO, J. C. C. **Caracterização do milho orgânico**. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.;

TSUNECHIRO, A. Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos. Instituto Agrônomo / Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012, p. 215-232.

GIRALDELI, A. L., FONTANETTI, A. MONQUERO, P. A. Managements of *Ipomoea triloba* in competition with maize in organic system. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.94, n.2, p. 117 – 129, 2019.

GIRALDELI, A. L., FONTANETTI, A. SANTOS, D. G. P. de O. dos. Weed control in organic maize crop with direct sowing. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas** - vol. 13 - No. 2, pp. 228-236, May-August 2019.

KARAM, D., SILVA, W. T., VARGAS, L., GAZZIERO, D. L. P. **Levantamento de plantas daninhas em regiões produtoras de milho e soja nos Estados de Goiás e Minas Gerais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 31 p.: (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518- 4277; 175).

KNEZEVIC SZ, DARTA A, SCOTT J, KLEIN RN, GOLUS J. Problem weed control in glyphosate-resistant soybean with glyphosate tank mixes and soil applied herbicides. **Weed Technol.** 23:507-12, 2014.

LIMA, S. K.; GALIZA, M.; VALADARES, A.; ALVES, F. **Produção e consumo de produtos orgânicos no mundo e no Brasil**. Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, fevereiro de 2020.

MAPA - Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/organicos/cadastro-nacional-produtores-organicos>>. Acesso em 20 jul. 2020.

MULLER, A., OSMAN-ELASHA, B. & ANDREASEN, L.; Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. **Nature communication**. Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2017.

PEREIRA, N. D.; SOARES, I. PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.

PÉREZ-RUIZ JM, et al. Rice NTRC is a high-efficiency redox system for chloroplast protection against oxidative damage. **Plant Cell**. 18:2356–2368, 2006.

RASK, A.M.; KRISTOFFERSEN, P. A review of nonchemical weed control on hard surfaces. **Weed Research**, v.47, n.5, p.370-380, 2014.

SALGADO, G. C.; FONTANETTI, A.; PROVIDELLO, A.; FERNANDES, E. M. S.; SANTANA, C. A. **Dinâmica populacional das plantas infestantes no cultivo orgânico de milho em consórcio com guandu-anão (*Cajanus***

**cajan L.**). In: 67<sup>a</sup> Reunião Anual da SBPC, 2015, São Carlos. Jornada Nacional de Iniciação Científica, 2015.

SEBRAE 2018. **Conheça o perfil e os desafios dos produtores rurais orgânicos. Pesquisa realizada pelo Sebrae com produtores orgânicos mostra como se organiza o setor no Brasil.** Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/conheca-o-perfil-e-os-desafios-dos-produtores-rurais>> Acesso em julho de 2020.

SEBRAE 2020. **Agricultura orgânica: cenário brasileiro, tendências e expectativas.** Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-que-e-agriculturaorganica,69d9438>. Acesso em: 21 abr. 2020.

SILVA, J. B. CRUZ, J. C.; SILVA, A. F. Controle de plantas daninhas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** Sete Lagoas, 1987. p. 31-41 (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 4).

SPAGNOLO, R., T. et al. Organic production: properties characterization and mechanical situation on weed control. **Revista Engenharia na Agricultura.** v.25, n.06, p.517-525, 2017.

VAZ DE MELO, A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. **Planta Daninha,** Viçosa-MG. v.25, n. 3, 2007.

WILLER, H.; LERNOUD, J. (Eds.). **The world of organic agriculture: statistics and emerging trends 2019.** Frick: FiBL; Bonn: Ifoam – Organics Internacional, 2019.

YAWOOD, S. A.; MYROLD, D. D.; HOGBER, M. N. Termination of belowground C allocation by trees alters soil fungal and bacterial communities in a boreal forest. **FEMS Microbiology Ecology,** v. 70, n. 1, p. 151-162, 2009.

## CAPÍTULO I - DINÂMICA DA COMUNIDADE DE PLANTAS DANINHAS NO CONSÓRCIO DE MILHO COM FABÁCEAS EM SISTEMA ORGÂNICO

### RESUMO

Na gestão das plantas daninhas em sistema orgânico deve-se observar o desenho, a ocupação do agroecossistema no espaço e tempo e os manejos adotados. Objetivou-se avaliar os efeitos dos consórcios de milho com diferentes arranjos e densidades de *Crotalaria spectabilis* Roth e guandú-anão (*Cajanus cajan* L.) na dinâmica de plantas daninhas em sistema orgânico. O experimento foi conduzido nas safras de 2017/18 e 2018/19 em Araras (SP) – Brasil, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram os consórcios de milho com: *Crotalaria spectabilis* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC); *Cajanus cajan* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plantas m<sup>-1</sup>: 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M). Avaliou-se o banco de sementes das espécies daninhas na entressafra 2017/18 e após a colheita do milho na safra 2018/19. As plantas daninhas foram avaliadas nas entrelinhas de plantio, nos estádios de quatro e oito folhas expandidas do milho em ambas as safras. Foram determinadas a riqueza (S), diversidade de Margalef ( $\alpha$ ) e Índice de Shannon (H') e equitabilidade de Piellou (E) da comunidade e a importância relativa (IR) das espécies daninhas. Os dados também foram submetidos a análise de coordenadas principais (PCoA), juntamente com a análise multivariada SIMPER (porcentagem de similaridade). Na avaliação do banco de sementes realizado na entressafra 2017/18, as famílias predominantes foram: *Poaceae*, *Malvaceae* e *Asteraceae* e no final da safra 2018/19 as famílias predominantes foram: *Amaranthaceae*, *Poaceae* e *Laminaceae*. A diversidade de espécies daninhas foi elevada em todos os sistemas de cultivo. No entanto, observou-se redução na riqueza e diversidade de espécies na safra 2018/19. Os consórcios MG e MCG na safra 2018/19 apresentaram composição de espécies daninhas mais próxima ao M e menor E, ou seja, predominância de menor número de espécies daninhas. Os sistemas de cultivo pouco influenciaram a IR das principais espécies daninhas. Ocorreu predominância de espécies daninhas de verão com florescimento tardio e permanência na entressafra.

**Palavras-chave:** adubação verde, agricultura orgânica, diversidade, fitossociologia, manejo.

## CHAPTER I - DYNAMICS OF THE COMMUNITY OF WEEDS IN THE CORN CONSORTIUM WITH FABACEANS IN ORGANIC SYSTEM

### ABSTRACT

In the management of weeds in an organic system, management, design and occupation of the agroecosystem must be observed in space and time. The objective of this study was to evaluate the effects of corn intercropping with different arrangements and densities of *Crotalaria spectabilis* Roth and dwarf pigeon (*Cajanus cajan* L.) on weed dynamics in organic system. The experiment was conducted in the 2017/18 and 2018/19 harvests in Araras (SP) - Brazil, in a randomized block design with four replications. The treatments were corn intercropping with: *Crotalaria spectabilis* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MC); *Cajanus cajan* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MG) and *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plants m<sup>-1</sup>, 3 plants of each green manure) (MCG) and one control, monoculture of corn (M). Weeds were evaluated in between the planting rows, in the stages of four and eight expanded leaves of corn. Wealth (S), Margalef diversity ( $\alpha$ ) and Shannon Index (H') and Piellou equitability (E) of the community and the relative importance (IR) of weed species were determined. The data were also submitted to principal coordinate analysis (PCoA), along with the SIMPER multivariate analysis (similarity percentage). Species diversity was high in all cultivation systems. However, there was a reduction in species richness and diversity in the 2018/19 harvest. The consortia MG and MCG in the 2018/19 harvest presented weed composition closer to M and lower E, that is, predominance of fewer weeds. The cultivation systems had little influence on the IR of the main weeds. There was a predominance of summer weeds with late flowering and remaining in the off-season.

**Keywords:** green manure, organic agriculture, diversity, phytosociology, management.



## 1 INTRODUÇÃO

A produção de milho em sistema orgânico é particularmente desafiadora, devido a competição com as plantas daninhas (ARCHER et al., 2007, FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012). Nesse sistema, a produtividade de milho é reduzida, consideravelmente, dependendo da densidade, espécie daninha e do manejo adotado (COX e CHERNEY, 2018).

Os agricultores orgânicos no Brasil, em sua maioria utilizam-se da capina manual e arranquio (SPAGNOLO et al., 2017) e em menor escala da roçada (GOMES E CHRISTOFFOLETI, 2008), para manejar as espécies daninhas. Porém, essas técnicas são onerosas, aumentam os custos de produção, inviabilizando o uso em médias e grandes áreas e, podem também contribuir para o aumento do banco de sementes e predominância de algumas espécies.

A roçada, por exemplo, seleciona plantas que apresentam rebrota como a *Bidens pilosa* L. (VAZ DE MELO et al., 2007), espécie com elevada plasticidade fenotípica quanto ao florescimento e a frutificação e, alta produção de sementes (GAZZIERO et al., 2015), esse manejo também estimula a produção de sementes subterrâneas de *Commelina benghalensis* L. (LEMOS et al., 2013), que ao mesmo tempo se propaga vegetativamente. A roçada não interfere na absorção de macronutrientes da *Ipomea triloba* L., mantendo a espécie competitiva com o milho durante o seu desenvolvimento (GIRALDELI; FONTANETTI; MONQUERO, 2019).

As alterações climáticas, períodos de chuva e seca, também estão entre os fatores que interferem na dinâmica das plantas daninhas, além de selecionar espécies adaptadas à periodicidade desses eventos, podem comprometer o manejo mecânico em relação ao ciclo de vida das espécies, alterando a dinâmica dessas no sistema (CORDEAU et al., 2017) e contribuindo para a manutenção delas na entressafra.

Entende-se, portanto que a gestão das espécies daninhas em sistema orgânico deve ser realizada de forma integrada, observando não apenas as

práticas de manejo, mas também o desenho e a ocupação do agroecossistema no espaço e tempo.

Alguns trabalhos já comprovaram efeitos positivos da sucessão/rotação de adubos verdes com o milho no manejo de plantas daninhas em sistema orgânico (COX E CHERNEY, 2018; BALDIVIESO et al., 2018; MOHLER et al., 2019) e, também do consórcio de milho com adubos verdes como relatado por Corrêa et al. (2014), os quais verificaram redução na importância relativa das espécies *Artemisia verlotorum* L., *Bidens pilosa* L. e *Digitaria* sp. no consórcio de milho com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.).

Ao contrário, Arantes et al. (2016) não identificaram supressão das plantas daninhas nos consórcios de milho com calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), puerária (*Pueraria phaseoloides* Roxb. Benth) e soja-perene (*Neonotonia wightii* Wight & Arn Lackey) em sistema orgânico. Os autores atribuíram os resultados ao lento crescimento e reduzida produção de massa de matéria seca dos adubos verdes.

A espécie de adubo verde escolhida, o arranjo e a densidade de plantas no consórcio podem alterar os efeitos sobre a comunidade infestante, uma vez que diferem quanto a ocupação do agroecossistema no espaço e tempo. Esses fatores, entre outros, interferem na produção de massa de matéria seca e porcentagem de cobertura do solo pelos adubos verdes, limitando a entrada da radiação fotossintética até as plantas daninhas, prejudicando o crescimento por limitação energética e pela competição por nutrientes (PARTELLI et al., 2010) e água.

Sharma e Banik (2013) relatam redução da densidade e massa seca de plantas daninhas no segundo ano do consórcio de milho com: grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.), ervilha (*Pisum sativum* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.) e lentilha (*Lens esculenta* Moench). No mesmo trabalho, a maior densidade e massa seca de plantas daninhas ocorreu no cultivo solteiro de milho, esse também foi o que apresentou a menor diversidade de espécies. Os autores destacam que o consórcio com o arranjo de duas linhas de leguminosas (Fabaceae) nas entrelinhas do milho, foi o mais competitivo,

devido a maior produção de massa de matéria seca e eficácia na ocupação do solo; suprimindo as espécies daninhas mais problemáticas.

Dessa forma, a nossa hipótese é que os diferentes arranjos e densidades de espécies de adubos verdes em consórcio com o milho no sistema orgânico, alteram a dinâmica de espécies daninhas no tempo e exercem supressão de espécies dominantes.

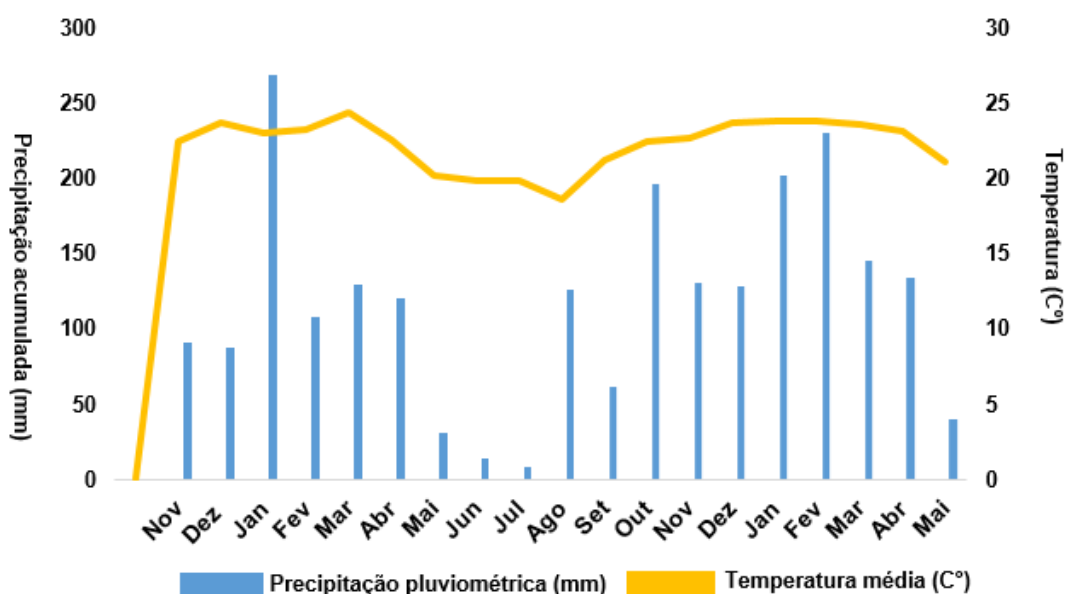
Objetivou-se avaliar os efeitos do consórcio de milho com diferentes arranjos e densidades de crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth) e guandú-anão (*Cajanus cajan* L. Millsp) na dinâmica de plantas daninhas em sistema orgânico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas safras de verão de 2017/18 e 2018/19, no município de Araras, SP, Brasil, situado a 690 m de altitude, sob as coordenadas geográficas de latitude 22°18'27,75" Sul e longitude 47°23'09,83" Oeste.

A área experimental vem sendo conduzida em sistema orgânico há dez anos, na safra 2016/17, anterior a instalação do experimento, cultivou-se milho em consórcio com crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth) no verão, e aveia-branca (*Avena sativa* L.) no inverno e na entressafra de 2017/18 a área permaneceu em pousio, ou seja, apenas com os resíduos vegetais dos consórcios da safra anterior e com livre crescimento das plantas daninhas.

O clima da região é classificado como Cwa, tropical úmido, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos (KÖPPEN, 1948). A temperatura média e a precipitação acumulada durante os meses de condução do experimento estão descritas na Figura 1.



**Figura 1.** Temperatura média (C°) e precipitação acumulada (mm) durante os meses de condução do experimento, nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, São Paulo.

O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico (NVdf) de textura argilosa (YOSHIDA E STOLF, 2016), e apresentou na camada de 0-0,20 m as características químicas: P resina = 63 mg dm<sup>-3</sup>, M.O = 31 mg dm<sup>-3</sup>, pH Ca Cl<sub>2</sub> = 5,8, K = 5,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, Ca = 70 mmolc dm<sup>-3</sup>, Mg = 18 mmolc dm<sup>-3</sup>, H+Al = 16 mmolc dm<sup>-3</sup>, Al = 0,3 mmolc dm<sup>-3</sup>, SB = 93,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, CTC = 109,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, V% = 85,3%, m% = 0,3%, S = 4 mg dm<sup>-3</sup>, B = 0,37 mg dm<sup>-3</sup>, Cu = 3,0 mg dm<sup>-3</sup>, Fe = 21 mg dm<sup>-3</sup>, Mn = 15,0 mg dm<sup>-3</sup>, Zn = 6,6 mg dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram os consórcios: milho + *Crotalaria spectabilis* Roth. (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC); milho + *Cajanus cajan* L. (guandú-anão) (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e milho + *Crotalaria spectabilis* Roth. + *Cajanus cajan* L. (6 plantas m<sup>-1</sup>, 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M). A densidade de adubos verdes foi baseada no trabalho de Oliveira et al. (2010). A parcela experimental foi formada por 5 linhas de milho com 5 m de comprimento e com espaçamento entrelinhas de 0,7 m.

O preparo do solo, foi realizado com uma operação de grade aradora, seguida por outra de grade niveladora. Em seguida, no dia 16 de novembro de 2017 (safra 2017/18) e no dia 18 de dezembro de 2018 (safra 2018/19) foram semeadas a crotalária e o guandú-anão cv. IAPAR 43 Aratã simultaneamente ao milho, na linha de plantio, com densidade de 25 e 15 Kg ha<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente, desejando a população final de 5 plantas m<sup>-1</sup> nos consórcios MG e MC e, 3 plantas m<sup>-1</sup> de cada adubo verde no MCG.

O milho híbrido AGRICOM 340 foi semeado na densidade de cinco sementes m<sup>-1</sup>, visando a população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

A adubação do milho na safra 2017/18 foi realizada no estágio V2 (duas folhas expandidas) e na safra 2018/19 após a semeadura do milho, com composto orgânico comercial Visafertil®, na dose de 13 t ha<sup>-1</sup> e 8,5 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, respectivamente; visando fornecer a dose de nitrogênio necessária para alcançar a produtividade de grãos esperada de 6,0 - 8,0 t ha<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997). O composto orgânico foi depositado na superfície do solo, na linha de semeio do milho, as características químicas do composto (média da análise das duas safras) foram: densidade 0,87 g cm<sup>-3</sup>; pH (em H<sub>2</sub>O) = 7,0; C = 10,50% ; N = 2,15% ; P = 1,27%; K = 1,47% ; Ca = 8,66% ; Mg = 0,84% ; S = 0,86% ; Cu = 85 mg Kg<sup>-1</sup> ; Fe = 10460 mg Kg<sup>-1</sup>; Mn = 539 mg Kg<sup>-1</sup>; Zn = 183 mg Kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica = 18,10 % e umidade = 24,29%.

O manejo das plantas daninhas, foi realizado nas entrelinhas de plantio do milho com roçadeira costal de fio, no estágio V4 do milho (quatro folhas expandidas) nas safras 2017/18 e 2018/19.

Na entressafra 2017/18 e após a colheita do milho na safra 2018/19 foram realizadas as avaliações do banco de sementes das plantas daninhas em área total do experimento. Para tanto, foram coletadas 16 amostras aleatórias de solo na profundidade de 0 a 0,10 m, com o auxílio de um trado holandês. As amostras de solo coletadas no campo foram acondicionadas em sacos plásticos e em seguida depositadas em bandejas plásticas com capacidade de 3 litros, altura de 7,5 cm, largura

de 22,1 cm e comprimento de 30,3 cm, mantidas em casa-vegetação com umidade e temperatura adequadas para a germinação e emergência das plântulas.

A quantificação do banco de sementes seguiu o método de contagem direta de plântulas emergidas (ROBERTS e NIELSON, 1981). As amostras foram avaliadas em intervalos de sete dias, até no máximo 30 dias, após a deposição do solo nas bandejas. As plântulas foram identificadas e classificadas em nível de família.

As avaliações da comunidade das plantas daninhas nas safras 2017/18 e 2018/19 foram realizadas nos estádios V4, anterior a roçada e, em V8 (oito folhas expandidas) do milho. As plantas daninhas foram coletadas nas entrelinhas centrais da parcela experimental, utilizando um gabarito de madeira com 0,25 m de lado, lançado aleatoriamente, três vezes por parcela. As plantas foram cortadas rentes ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório para a identificação, posteriormente separadas por espécie e contabilizadas. Em seguida foram secas em estufa com ventilação forçada de ar na temperatura de 65° C durante 48 horas para a determinação da massa de matéria seca.

Os dados obtidos foram utilizados para calcular os índices de densidade relativa (Der), frequência relativa (Fer), dominância relativa (Dor) e importância relativa (IR) das espécies daninhas presentes na comunidade (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974; CONCENÇO et al., 2013).

DeR = densidade relativa obtida, dividindo-se o número de indivíduos de uma determinada espécie encontrada nas amostragens pelo número total de indivíduos amostrados.

FeR = frequência relativa, determinada pela frequência absoluta de uma espécie dividida pela soma da frequência absoluta de todas as espécies.

DoR = dominância relativa, determinada pela divisão da massa de matéria seca acumulada por uma determinada espécie pela massa de matéria seca total acumulada por toda a comunidade infestante.

IVI – Índice de Valor de Importância = (DeR+ FeR + DoR)

IR (%) = Importância relativa, determinada pela divisão do índice de valor de importância (IVI) de determinada população pelo somatório dos índices de valor de importância de todas as populações da comunidade infestante.

Nesse trabalho, foram apresentados e discutidos os resultados das cinco espécies com maior IR em cada sistema de cultivo. O índice de IR das espécies foi utilizado, pois é o que melhor expressa a relação entre as populações de plantas daninhas da comunidade infestante, visto que utiliza a frequência de ocorrência, o número de indivíduos e a massa seca acumulada por essas populações (CARVALHO et al., 2008).

Todas as espécies daninhas coletadas no estágio V8 do milho nas safras 2017/18 e 2018/19 foram utilizados para o cálculo da riqueza (S), diversidade de espécies ( $\alpha$ ) e equitabilidade de Piellou (E). Os mesmos dados foram submetidos a análise de coordenadas principais (PCoA), com o objetivo de avaliar as dissimilaridades entre os tratamentos na estrutura de abundância das espécies de plantas daninhas encontradas. Não obstante, foi elaborado uma análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER) para se determinar a contribuição das principais espécies mais relevantes na diferenciação dos consórcios de milho com adubos verdes para o monocultivo de milho. Todas as análises foram elaboradas no programa estatístico PAST, versão 2.17 (HAMMER et al., 2001).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na safra 2017/18 foram identificadas 46 espécies de plantas daninhas, pertencentes a 14 famílias botânicas: Poaceae com um total de 7 espécies, Asteraceae (6), Malvaceae (6), Amaranthaceae (4), Cyperaceae (4), Commelinaceae (3), Fabaceae (3), Lamiaceae (3),

Brassicaceae (2), Euphorbiaceae (2), Oxalidaceae (2), Rubiaceae (2), Convolvulaceae (1) e Portulacaceae (1). Na avaliação do banco de sementes realizado na entressafra do mesmo ano agrícola, as famílias predominantes foram justamente as que apresentaram maior número de espécies: Poaceae, Malvaceae e Asteraceae, respectivamente. Entre as plantas daninhas com maior Importância Relativa (IR) identificadas na safra 2017/18, a família Poaceae foi predominante, independente do sistema de cultivo (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Provavelmente, pela alta produção de massa de matéria seca das espécies pertencentes a essa família.

Já na safra 2018/19 foram identificadas 35 espécies, representantes de 12 famílias botânicas: Asteraceae com um total de 8 espécies, seguido por Amaranthaceae (5), Poaceae (5), Malvaceae (3), Commelinaceae (2), Cyperaceae (2), Euphorbiaceae (2), Fabaceae (2), Lamiaceae (1) Convolvulaceae (1), Oxalidaceae (1) e Rubiaceae (1) e, na avaliação do banco de sementes realizado no final da safra 2018/19 as famílias predominantes foram: Amaranthaceae, Poaceae e Laminaceae. Entre as espécies com maior IR identificadas na safra 2018/19 destacaram-se as famílias Poaceae (3) e Amaranthaceae (2), independente dos sistemas de cultivo (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Fato que justifica a permanência delas no banco de sementes.

Houve redução no número de famílias botânica entre as safras 2017/18 e 2018/19, não foram identificados indivíduos pertencentes as famílias Brassiacaceae e Portulacaceae e, entre as espécies daninhas com maior IR, foi possível observar entre as safras a redução no número de representantes da família Poaceae, independente dos sistemas de cultivo (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

Os sistemas orgânicos de produção de grãos, apresentam elevada riqueza de espécies daninhas quando comparados aos convencionais (VAN ELSSEN, 2000; RYAN et al. 2009; HENCKEL et al., 2015). No presente trabalho, os índices de diversidade de Margalef ( $\alpha$ ) e Shannon



(H) verificados nas duas safras são elevados, independente dos sistemas de cultivos avaliados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Riqueza (S), índices de diversidade de Margalef ( $\alpha$ ), o shannon (H), equabilidade de Pielou (E) da comunidade de plantas daninhas no estádio V8 do milho (oito folhas expandidas) nas safras de 2017/18 e 2018/19 em função dos consórcios de milho com os adubos verdes e do cultivo exclusivo de milho em sistema orgânico. Araras, SP, 2020.

	Safras							
	2017/18				2018/19			
	M	MC	MG	MCG	M	MC	MG	MCG
<b>S</b>	20	18	14	16	9	13	11	12
<b><math>\alpha</math></b>	5,76	5,15	5,06	4,50	2,40	3,17	2,81	3,14
<b>H</b>	2,11	2,34	2,11	2,16	1,74	1,88	1,43	1,54
<b>E</b>	0,70	0,81	0,80	0,77	0,79	0,73	0,59	0,62

M = cultivo exclusivo de milho; MC = milho com *Crotalaria spectabilis*; MG = milho com guandú-anão (*Cajanus cajan*); MCG = milho com *Crotalaria spectabilis* e guandú-anão (*Cajanus cajan*).

Analisando os índices de riqueza (S) e diversidade ( $\alpha$  e H) de espécies daninhas entre as safras avaliadas, verifica-se redução dos mesmos da safra 2017/18 para a 2018/19 (Tabela 1), seguindo a mesma tendência observada para o número de famílias botânicas entre as safras e, também a redução no número de espécies com maior IR pertencentes a família Poaceae (Tabelas 2, 3, 4 e 5)

Nos sistemas orgânicos a densidade de plantas daninhas, entre os anos agrícolas, varia em maior intensidade, ano a ano, quando comparados com os sistemas convencionais, na maioria dos casos atrelados as variações climáticas que impedem ou atrasam os manejos mecânicos (CAVIGELLI et al., 2008).

Na safra 2017/18 entre os meses de novembro a janeiro (período que compreendeu a semeadura, roçada e a avaliação das plantas daninhas) o acúmulo pluviométrico (447,1 mm) foi inferior aos meses de dezembro a fevereiro da safra 2018/19 (554,4 mm), período que também

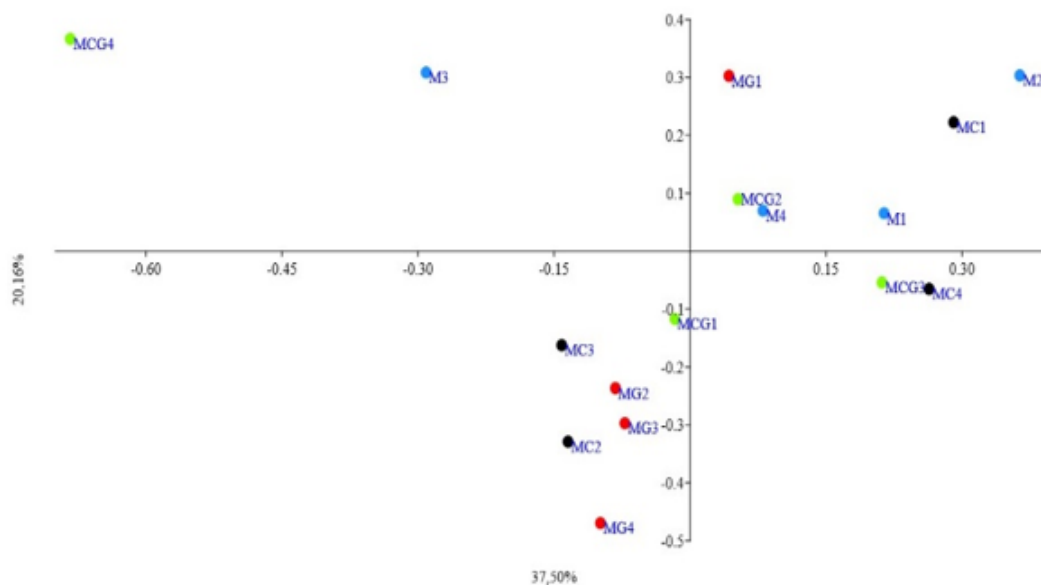
compreendeu a semeadura, roçada e avaliação das plantas daninhas. Tal fato pode ter favorecido espécies daninhas com maior exigência hídrica em detrimento às espécies da família Poaceae que são em geral favorecidas, quando em competição com outras, pelo estresse hídrico. Entre as adaptações que proporcionaram o sucesso ecológico da família Poacea, destaca -se a tolerância à dessecação e a capacidade de se desenvolver em ambientes abertos e secos (KELLOGG, 2001). Outra possível explicação, deve-se ao rápido desenvolvimento e acúmulo de massa seca dos adubos verdes e do milho, proporcionado pela maior precipitação, alterando os padrões de competição entre esses e as espécies daninhas.

Os consórcios MG e MCG, na safra 2018/19, apresentaram os menores índices de equitabilidade (E) (Tabela 1), ou seja, menor uniformidade quanto a distribuição das espécies daninhas. Valores de E inferiores a 0,5 indicam predominância de poucas espécies na comunidade estudada (CARDOSO et al., 2017).

Estudo que avaliou a comunidade de plantas daninhas durante o desenvolvimento dos adubos verdes, indicou valores de E superiores a 0,8 aos 45 dias após o plantio do guandú e da *C. spetabilis*, com redução dos valores com o passar dos dias após a semeadura, devido a maior produção de massa de matéria seca dos adubos verdes (LIMA et al., 2017). Nesse contexto, entende-se que os consórcios MG e MGC, na safra 2018/19, contribuíram para a predominância de algumas espécies daninhas, provavelmente por alterarem a disponibilidade de luz, água e nutrientes no solo.

Também, Sharma e Bark (2013) observaram que o aumento da densidade de leguminosas (Fabaceae) nas entrelinhas do milho, foi o mais competitivo, devido a maior produção de matéria seca e eficaz ocupação do solo; suprimindo as espécies daninhas mais problemáticas. Fato que se assemelha ao MGC, no qual houve aumento na densidade de plantas de adubos verdes no consórcio.

Analisando a composição da comunidade de plantas daninhas, na safra 2017/18 houve uma separação entre os sistemas de cultivo M e MG. O sistema de cultivo M também apresentou separação com , porém com sobreposição para os MC e MCG (Figura 3). As dissimilaridades de espécies daninhas dos consórcios em relação ao M foram de 32,8 % para o MC , 47,98 % para MG e de 42,15 % para o MCG .



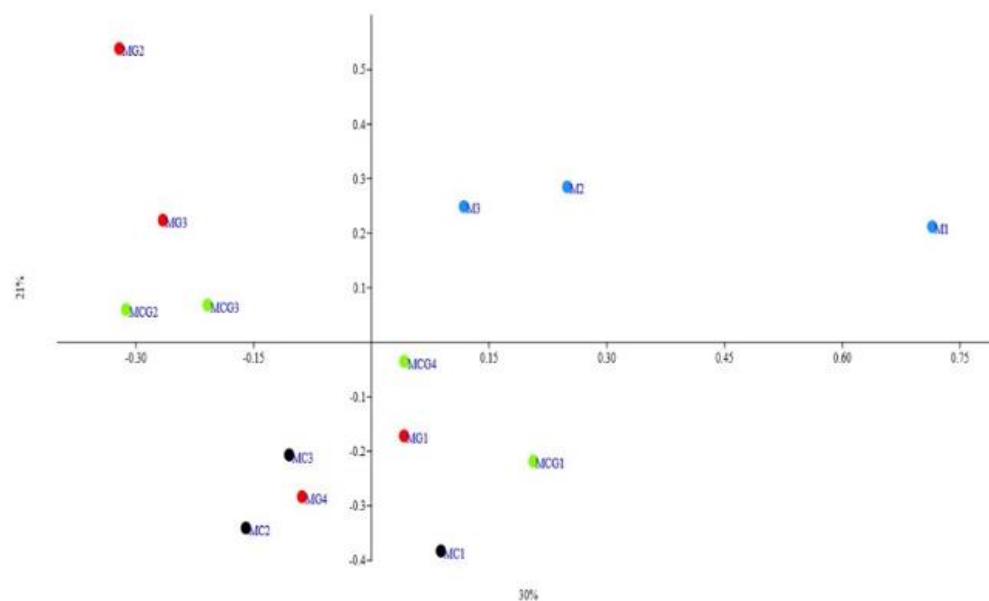
M = cultivo exclusivo de milho; MC= milho com *Crotalaria spectabilis*; MG = milho com guandú-anão (*Cajanus cajan*); MCG = milho com *Crotalaria spectabilis* e guandú-anão (*Cajanus cajan*).

**Figura 2.** Dissimilaridade da comunidade de plantas daninhas nos consórcios de milho e adubos verdes e no cultivo exclusivo de milho no estágio fenológico de oito (V8) folhas expandidas, Araras, SP, safra 2017/18. O gráfico representa uma análise de PcoA utilizando-se Bray Curtis como matriz de distância.

Já na safra 2018/19 na composição da comunidade de plantas daninhas observou-se a separação entre os sistemas de cultivo M com MG e MCG (Figura 4). Os valores de dissimilaridade em relação ao M foram de 70,23% para o MC, 63,36% para MG e 52,25% para o MCG.

Houve um aumento na diversidade de espécies entre os consórcios e o monocultivo de milho quando comparamos as duas safras. Mas, ao contrário do observado na safra 2017/18, quando comparamos os consórcios MG e

MCG com MC na safra 2018/19 esses apresentaram composição de espécies daninhas mais similares ao monocultivo do milho, confirmando os valores de equitabilidade (E) observados nessa safra.



M = cultivo exclusivo de milho; MC= milho com *Crotalaria spectabilis*; MG = milho com guandú-anão (*Cajanus cajan*); MCG = milho com *Crotalaria spectabilis* e guandú-anão (*Cajanus cajan*).

**Figura 3.** Dissimilaridade da comunidade de plantas daninhas nos consórcios de milho e adubos verdes e no cultivo exclusivo de milho no estágio fenológico de oito (V8) folhas expandidas, Araras, SP, safra 2018/19. O gráfico representa uma análise de PcoA utilizando-se Bray Curtis como matriz de distância.

Nas safras avaliadas ocorreram mudanças na importância relativa (IR) das espécies daninhas. Identificamos aumento na IR da espécie *Alternanthera tenella* L. (apaga-fogo) no cultivo exclusivo do milho (Tabela 2) e nos consórcios MC (Tabela 3), MG (Tabela 4) e MCG (Tabela 5). A *A. tenella* é uma espécie perene que se propaga por sementes, apresenta emergência tardia no verão, não competindo com o milho no início do ciclo, porém permanecendo na entressafra (CANOSSA et al., 2008). As sementes apresentam maior porcentagem de emergência quando em menores profundidades do solo (CANOSSA et al., 2007) e em

temperaturas mais elevadas, até o limite de 28,2 C°. No entanto, a luz só é importante na germinação quando as temperaturas são superiores a 25 C° (CANOSSA et al., 2008). Essas características colaboram para a permanência da espécie em áreas com reduzida perturbação do solo.

A *Cenchrus echinatus* L. (capim-carrapicho) manteve-se entre as espécies com maior IR no estádio V8 do milho - safra 2018/19 nos consórcios MC (Tabela 3), MG (Tabela 4) e MCG (Tabela 5). A *C. echinatus* é uma espécie anual com crescimento inicial lento, de ocorrência no verão, permanecendo na entressafra (DUARTE et al., 2007). As sementes de *C. echinatus* apresentam maior emergência quando em até 0,05 m de profundidade e têm reduzida sensibilidade as variações de temperatura (GIANCOTTI et al., 2011).

Também o gênero *Amaranthus*, representado pelas espécies, *Amaranthus viridis* L. e *Amaranthus hybridus* L., aumentou a IR na safra 2018/19 em todos os sistemas estudados, monocultivo do milho (Tabela 3) e nos consórcios MC (Tabela 4), MG (Tabela 5) e MCG (Tabela 6). As espécies *A. viridis* e *A. hybridus* quando comparadas com as demais espécies do gênero comuns no Brasil, são as que apresentam maior taxa de germinação em condições menos favoráveis de luz e temperatura (CARVALHO e CHRISTOFFOLETI, 2007). São espécies anuais, comuns em solos trabalhados e com menor umidade (GAZZIERO et al., 2015). Espécies do gênero *Amaranthus*, podem em situações altamente estressantes, encurtarem o ciclo de vida, produzindo sementes em curto tempo e abastecendo o banco de sementes (CARVALHO, 2013).

Em sistemas orgânicos de grãos, estudos de longo prazo, tem indicado a ocorrência de espécies daninhas de ciclo anual com florescimento no final do verão, deposição das sementes antes da colheita e permanência na entressafra (RYAN et al. 2010), características semelhantes as das espécies *C. echinatus* e *Amaranthus* sp. porém, diferentes da *A. tenella*. No entanto, Corrêa et al. (2011) e Corrêa et al. (2014) em sistema de plantio direto orgânico de milho relatam predominância de espécies perenes, com propagação vegetativa, como a

*Artemisia verlotorum* L. e a *Cynodon dactylon* L. De acordo com os autores, o não revolvimento do solo e a roçada (método mecânico utilizado no controle) pode estimular a presença dessas espécies. Nesse sentido, a roçada utilizada no controle das plantas daninhas, nesse experimento, pode ter contribuído para o estabelecimento da *A. tenella*, espécie comum em pastagens com reduzida perturbação do solo.

A inclusão de adubos verdes no plano de rotação com o milho por períodos prolongados interrompe o ciclo de vida de espécies daninhas que apresentam reprodução tardia e favorecem espécies com reprodução precoce, o que reduz o banco de sementes e facilita o manejo (MOHLER et al., 2018). Porém, esses efeitos não foram observados nesse trabalho, ainda há predominância das espécies que apresentam reprodução próximo a colheita do milho, levando ao estabelecimento delas na área como o *C. echinatus* e *Amaranthus* sp, podendo essa última, no entanto ter encurtado o ciclo, para garantir o abastecimento do banco de sementes. Também, a variação na composição das espécies daninhas com maior IR parece estar mais atrelada as safras e a forma de controle, roçada, que aos sistemas de produção.

**Tabela 2.** Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no cultivo exclusivo de milho (M) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.

4 folhas expandidas do milho			
2017/18		2018/19	
Espécies	IR %	Espécies	IR %
<i>A. sativa</i>	46%	<i>A. tenella</i>	21%
<i>C. iria</i>	50%	<i>C. echinatus</i>	60%
<i>M. maximus</i>	62%	<i>C. iria</i>	58%
<i>R. brasiliensis</i>	20%	<i>M. maximus</i>	24%
<i>S. glasiiovii</i>	23%	<i>P. hysterothorus</i>	20%

8 folhas expandidas do milho			
<i>A. tenella</i>	23%	<i>A. tenella</i>	98%
<i>C. echinatus</i>	61%	<i>A. hybridus</i>	38%
<i>C. dactylon</i>	16%	<i>B. pilosa</i>	22%
<i>C. iria</i>	50%	<i>S. spinosa</i>	40%
<i>P. hysterothorus</i>	20%	<i>S. halepense</i>	39%

**Tabela 3.** Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis* (MC) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.

4 folhas expandidas do milho			
2017/18		2018/19	
Espécies	IR %	Espécies	IR %
<i>A. Sativa</i>	95%	<i>C. echinatus</i>	39%
<i>C. iria</i>	44%	<i>C. dactylon</i>	22%
<i>M. maximus</i>	22%	<i>C. iria</i>	37%
<i>R. brasiliensis</i>	39%	<i>L. sibiricus</i>	21%
<i>S. glasiiovii</i>	19%	<i>S. glasiiovii</i>	27%

8 folhas expandidas do milho			
<i>A. tenella</i>	80%	<i>A. tenella</i>	53%
<i>A. viridis</i>	40%	<i>A. hybridus</i>	23%
<i>C. echinatus</i>	16%	<i>C. echinatus</i>	46%
<i>C. iria</i>	42%	<i>S. spinosa</i>	17%
<i>S. halepense</i>	41%	<i>S. halepense</i>	79%

**Tabela 4.** Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas no consórcio de milho com *Cajanus cajan* (MG) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.

4 folhas expandidas do milho			
2017/18		2018/19	
Espécies	IR %	Espécies	IR %
<i>C. echinatus</i>	39%	<i>C. echinatus</i>	36%
<i>C. dactylon</i>	17%	<i>C. iria</i>	40%
<i>C. iria</i>	40%	<i>L. sibiricus</i>	25%
<i>L. sibiricus</i>	18%	<i>M. maximus</i>	18%
<i>S. glasiovii</i>	28%	<i>S. glasiovii</i>	34%
8 folhas expandidas do milho			
Espécies	IR %	Espécies	IR %
<i>A. tenella</i>	46%	<i>A. tenella</i>	82%
<i>A. viridis</i>	42%	<i>A. hybridus</i>	21%
<i>C. echinatus</i>	38%	<i>C. echinatus</i>	37%
<i>C. iria</i>	24%	<i>S. spinosa</i>	48%
<i>S. halepense</i>	59%	<i>S. halepense</i>	43%

**Tabela 5.** Importância relativa (IR) das principais espécies daninhas identificadas no consórcio de milho com *Crotalaria spectabilis* e *Cajanus cajan* (MCG) em sistema orgânico nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas expandidas do milho) e V8 (oito folhas expandidas do milho) nas safras 2017/18 e 2018/19. Araras, SP.

4 folhas expandidas do milho			
2017/18		2018/19	
Espécies	IR %	Espécies	IR %



<i>A. sativa</i>	60%	<i>A. tenella</i>	55%
<i>C. iria</i>	48%	<i>A. hybridus</i>	22%
<i>L. sibiricus</i>	17%	<i>C. echinatus</i>	42%
<i>S. glasiiovii</i>	24%	<i>S. spinosa</i>	21%
<i>U. decumbes</i>	85%	<i>S. halepense</i>	57%
8 folhas expandidas do milho			
<i>A. tenella</i>	46%	<i>A. tenella</i>	83%
<i>A. viridis</i>	41%	<i>A. hybridus</i>	90%
<i>C. echinatus</i>	44%	<i>C. echinatus</i>	22%
<i>C. iria</i>	28%	<i>I. nil</i>	20%
<i>S. halepense</i>	53%	<i>S. halepense</i>	57%

#### 4 CONCLUSÕES

A diversidade de espécies daninhas foi elevada em todos os sistemas de cultivo.

Os consórcios milho/guandú (MG) e milho/crotalária/guandú (MCG) na safra 2018/19 apresentaram composição de espécies daninhas mais próxima ao milho solteiro (M) e menor equitabilidade, ou seja, menor número espécies daninhas.

Os sistemas de cultivo pouco influenciaram a importância relativa das principais espécies daninhas durante dois anos agrícolas.

Ocorreu predominância de espécies daninhas de verão com florescimento tardio e permanência na entressafra.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, A. C. C., FONTANETTI, A., SOARES, M. R., SILVA NETO, F. J., PRÓSPERO, A. G. Agronomic characteristics and yield of organic maize straw intercropped with perennial green manures. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**. 2018;46(3):222-229.

ARCHER, D. W., JARADAT, A. A., JOHNSON, J. M. F., LACHNIGHT-WEYERS, S., GESCH, R. W., FORCELLA, F., KLUDZE, H. K. Crop Productivity and Economics during the Transition to Alternative Cropping Systems. **Agronomy Journal**. 2007; 99:1538–1547.

BALDIVIESO-FREITAS, P., BLANCO-MORENO, J. M., ARMENGOT, L., CHAMORRO, L., ROMANYA, J., SANS, F. X. Crop yield, weed infestation and soil fertility responses to contrasted ploughing intensity and manure additions in a Mediterranean organic crop rotation. **Soil Till**. 2018; 180:10–20.

CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; FRANCHINI, L. H. M. Profundidade de semeadura afetando a emergência de plântulas de *Alternanthera tenella*. **Planta Daninha**. 2007;25(4):719- 725.

CANOSSA, R. S.; OLIVEIRA, R. S.; CONSTANTIN, J.; BRACCINI, A. L.; BIFFE, D. F.; ALONSO, D. G.; BLAINSKI, E. Temperatura e luz na germinação das sementes de apaga-fogo (*Alternanthera tenella*). **Planta Daninha**. 2008;26(4):745- 750.

CARDOSO, D., SÄRKINEN, T., ALEXANDER, S., AMORIM, A.M., BITTRICH, V., CELIS, M., DALY, D.C., FIASCHI, P., FUNK, V.A., GIACOMIN, L.L., GOLDENBERG, R., HEIDEN, G., IGANCI, J., KELLOFF, C.L., KNAPP, S., CAVALCANTE DE LIMA, H., MACHADO, A.F.P., DOS SANTOS, R.M., MELLO-SILVA, R., MICHELANGELI, F.A., MITCHELL, J., MOONLIGHT, P., DE MORAES, P.L.R., MORI, S.A., NUNES, T.S., PENNINGTON, T.D., PIRANI, J.R., PRANCE, G.T., DE QUEIROZ, L.P., RAPINI, A., RIINA, R., RINCON, C.A.V., ROQUE, N., SHIMIZU, G., SOBRAL, M., STEHMANN, J.R., STEVENS, W.D., TAYLOR, C.M., TROVÓ, M., VAN DEN BERG, C., VAN DER WERFF, H., VIANA, P.L., ZARTMAN, C.E. & FORZZA, R.C. Amazon plant diversity revealed by a taxonomically verified species list. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America** 114: 10695-10700, 2017.

CARVALHO, Leonardo Bianco de. **Plantas Daninhas**. Editado pelo autor, Lages, SC, 2013 vi, 82 p.

CARVALHO, L. B. PITELLI, R.A., CECÍLIO FILHO, A.B., BIANCO, S. e GUZZO, C.D. Interferência e estudo fitossociológico da comunidade infestante em beterraba de semeadura direta. **Planta Daninha**. 26(2):291-299, 2008.

CARVALHO, S. J. P. de, CHRISTOFFOLETI, P. J. Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero *Amaranthus*. **Bragantia**. 2007;66(4):527-533.

CAVIGELLI, M. A., TEASDALE, J.R., CONKLIN, A. E. Long-term agronomic performance of organic and conventional field crops in the mid-Atlantic region. **Agron J**. 2008;100(3):785–794.

CONCENÇO, G., TOMAZI, M.; CORREIA, I. V. T.; SANTOS, S. A.; GALON, L. Phytosociological surveys: tools for weed science? **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.469-482, 2013.

CORDEAU, S.; SMITH, R. G.; GALLANDT, E. R.; BROWN, B.; SALON, P.; DI TOMMASO, A.; RYAN, M. R. Timing of tillage as a driver of weed communities. *Weed Science*, v. 65, n. 4, p. 504–514, July/Aug. 2017.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R., MIRANDA, G.V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 354-363, abr-jun, 2011.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS, J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**. 2014; 9(2):160-172.

COX, W. J., CHERNEY, J. H. Agronomic comparisons of conventional and organic maize during the transition to an organic cropping system. **Agronomy**. 2018;8(7):1-16.

DUARTE, A. P., SILVA, A. C., DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos, no médio Paranapanema. **Planta Daninha**. 2007;25(2):285-281.

FONTANETTI, A., SANTOS, I. C. D., GALVÃO, J. C. C. Caracterização do milho orgânico. In: PATERNIANI, M. E. A. G. Z., DUARTE, A. P., TSUNECHIRO, A. **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agrônômico / Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 2012;215-232.

GAZZIERO, D. L. P, LOLLATO, R. P., BRIGHENTI, A. M., PITELLI, R. A, VOLL, E. **Manual de identificação de plantas daninhas da cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja. 2015; 2:126.

GIANCOTTI, P. R. F., DE SOUZA, M. C., PARREIRA, M. C., & ALVES, P. L. DA C. A. Emergência de capim-carrapicho e picão-de-flor com diferentes profundidades de semeadura em duas épocas. **Bioscience Journal**, 27(4), 2011.

GIRALDELI, A. L., FONTANETTI, A. MONQUERO, P. A. Managements of *Ipomoea triloba* in competition with maize in organic system. **Brazilian Journal of Agriculture**, v.94, n.2, p. 117 – 129, 2019.

GOMES, J. R, CHRISTOFFOLETI, P. J. Weed biology and management in no-tillage áreas. **Planta Daninha**, 2008;26(4):789-798.

HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, 2001;4:9.

HENCKEL, L., BÖRGER, L., MEISS, H., GABA, S. BRETAGNOLLE, V. Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. **Proc Biol Sci**. 282, 20150002, 2015.

JONGMAN, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F., VAN TONGEREN, O. F. R. **Data analysis in community and landscape ecology**. 2nd ed. Cambridge Univ. Press, 1995.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica. 1948: 478.

LEMOS, J. P., GALVÃO, J. C. C., SILVA, A. A., FONTANETTI, A., CECON, P. R., LEMOS, L. M. C. Management of *Bidens pilosa* and *Commelina benghalensis* in organic corn cultivation under no-tillage. **Planta Daninha**, 2013;31(2):351-357.

LIMA, S. F., TIMOSSI, P. C., ALMEIDA, D. P., SILVA, U. R. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**. 2014;27(2):37-47.

MARGALEF, R. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. In: DEEVEY, E. S. Growth by Intussusception: Ecological Essays in Honor of G. **Connecticut Academy of Arts and Sciences**, 1972;(44):211-235.

MOHLER, C. L., CALDWELL, B. A., MARSCHNER, C. A., CORDEAU, S., MAQSOOD, Q., RYAN, M. R., DITOMMASO, A. Weed seedbank and weed biomass dynamics in a long-term organic vegetable cropping systems experiment. **Weed Science**. 2018; 66:611–626.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Objetivos e métodos da ecologia da vegetação** . Nova York: Wiley, 1974. 547 p.

OLIVEIRA, P. de et al. **Sistema Santa Brígida - Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com Leguminosas**. Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 16 p. (Circular Técnica, 88).

PARTELLI, F. L., VIEIRA, H. D., FREITAS, S. P., ESPINDOLA, J. A. Z. Aspectos fitossociológicos e manejo de plantas espontâneas utilizando espécies de cobertura em cafeeiro *Conilon* orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina. 2010; 31(3):605-618.

RAIJ, B., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo** (Boletim Técnico, 100). Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC.1997;2:285.

ROBERTS, H. A.; NIELSON, J. E. Changes in the soil seed bank of four long term crop herbicide experiments. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 18, p. 661-668, 1981.

RYAN, M. R., SMITH, R.G., MORTENSEN, D. A., TEASDALE, J. R., CURRAN, W. S., SEIDEL, R., SHUMWAY, D. L. Weed-crop competition relationships differ between organic and conventional cropping systems. **Weed Res.** 2009; 49:572–580.

SHARMA, R. C., BANIK, P. Baby Corn-Legumes Intercropping System: II Weed Dynamics and Community Structure. **NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences** 67 (2013) 11– 18.

SPAGNOLO, R.T., A. OLDONI, T.V. CUSTÓDIO, A.L.T. MACHADO, AND A.V. REIS. Organic production: properties characterization and mechanical situation on weed control. **Rev. Eng. Agric.** 25(6), 517-525, 2017.

VAN ELSEN., T. Species diversity as a task for organic agriculture in Europe. **Agriculture, Ecosystems and Environment.**, v. 77, p.101-109, 2000.

VAZ DE MELO, A., J.C.C. GALVÃO, L.R. FERREIRA, G.V. MIRANDA, L.D. TUFFI SANTOS, I.C. SANTOS, AND L.V. SOUZA. Weed population dynamics in green corn cultivation under organic and traditional systems. **Planta Daninha** 25(3), 521-527, 207.

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar - Araras/SP. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.

## CAPÍTULO II - ASSOCIAÇÃO DE MÉTODOS MÊCANICO E CULTURAL PARA CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS E PRODUÇÃO DE MILHO ORGÂNICO

### RESUMO

A interferência das plantas daninhas na produção de milho em sistema orgânico gera elevadas perdas de produção e, ainda pode dificultar a colheita mecanizada dos grãos. A integração de métodos mecânico e cultural é uma alternativa para minimizar a interferência das plantas daninhas na produção do milho em sistema orgânico. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos dos consórcios de milho com adubos verdes associados com dois manejos das plantas daninhas (roçada e cultivador) na supressão das plantas daninhas, crescimento, fornecimento de nitrogênio (N) e produtividade de grãos de milho. O experimento foi realizado na safra de 2018/19 em Araras, SP- Brasil. O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições no esquema fatorial 4 x 2. Quatro sistemas de cultivos: consórcios de milho com: *Crotalaria spectabilis* Rhot. (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC); *Cajanus cajan* L. (guandú- anão) (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e *Crotalaria spectabilis* Rhot. + *Cajanus cajan* L. (6 plantas m<sup>-1</sup>, 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M); e dois manejos de plantas daninhas: roçada e cultivador com enxadas. Foram avaliados: o crescimento do milho: massa seca (MSM) e índice de área foliar (IAF) nos estádios V4, V8 (quatro e oito folhas expandidas) e VT (pendoamento) do milho. A dinâmica do nitrogênio: índice de clorofila Falker (ICF) nos estádios V4, V8 e VT, massa seca dos adubos verdes (MSAV) nos estádios V8 e R6 (maturação fisiológica do milho)), acúmulo de nitrogênio na MSAV no estádio R6 e o teor de N nos grãos de milho. A produção de massa seca das plantas daninhas (MSPD) nos estádios V8 e R6 e a produtividade de grãos de milho. A roçada e o cultivador não interferiram na produção MSM. Porém, o cultivador aumentou o IAF. As maiores produções de MSAV ocorreu nos consórcios MC e MCG. O menor ICF do milho foi observado no consórcio MG, indicando possível competição entre o milho e o guandú-anão pelo nitrogênio no estádio VT do milho. Não houve diferença entre os sistemas de cultivo e os manejos de plantas daninhas para o teor de N e produtividade de grãos de milho. O cultivador não foi eficiente para o controle de plantas daninhas nos consórcios de milho com adubos verdes com maior massa seca.

**Palavras-chave:** adubação verde, consórcio, cultivador, roçada, nitrogênio.

## **CAPÍTULO II - ASSOCIATION OF MECHANICAL AND CULTURAL METHODS FOR WEED CONTROL AND ORGANIC CORN PRODUCTION**

### **ABSTRACT**

The interference of weeds in the production of maize in an organic system generates high losses of productivity and can still hinder mechanized harvesting of grains. The integration of mechanical and cultural methods can be an alternative to minimize spontaneous interference in the production of corn in organic systems. The objective of this work was to evaluate the effects of corn intercropping with green fertilizers associated with two weed managements (mowing and cultivator) on weed suppression, growth, nitrogen supply (N) and corn grain yield. The experiment was carried out in the 2018/2019 harvest in Araras, SP. The design was in randomized blocks, with four replications in a 4 x 2 factorial scheme. Four crop systems: corn intercropping with: *Crotalaria spectabilis* (5 plants m<sup>-1</sup>) (MC); *Cajanus cajan* (dwarf pigeon pea) (5 plants m<sup>-1</sup>) (MG) and *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plants m<sup>-1</sup>, 3 plants from each green manure) (MCG) and a control, maize monoculture (M) ; and two weed managements: mowing and cultivator with hoes. The following were evaluated: corn growth: dry mass (MSM) and leaf area index (IAF) at stages V4, V8 (four and eight leaves) and VT (pendoamento) of corn. The dynamics of nitrogen: Falker chlorophyll index (ICF) in stages V4, V8 and VT, dry mass of green fertilizers (MSAV) in stages V8 and R6 (physiological maturation), nitrogen accumulation in MSAV at stage R6 and the content of N in corn kernels. The weed dry mass production (MSPD) in stages V8 and R6 and the productivity of corn grains. The mowing and the cultivator did not interfere in the MSM production. However, the grower favored the IAF increase. The largest MSAV productions occurred in the MC and MCG consortia. The lowest ICF for corn was in MG, indicating possible competition between corn and dwarf pigeon for nitrogen in the VT stage of corn. There was no difference between cultivation systems and weed management for N content and corn grain yield. The cultivator was not efficient for weed control in corn intercrops with green manures that produced higher MSAV.

**Keywords:** green manure, intercropping, cultivator, mowing, nitrogen.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho, destaca-se entre os cereais, por ser o mais produzido mundialmente e pela relevante importância econômica. É cultivado em quase todos os continentes, apresenta elevada produtividade, qualidade nutricional e versatilidade quanto ao uso, seja na alimentação humana e animal na forma processada ou *in natura*, como biocombustível entre outros (ARGENTA et al., 2001; SANGOI et al., 2003; FORSTHOFER et al., 2006, CONAB, 2020).

A maior parte do milho produzido destina-se à produção animal. De acordo com Miura e Freitas (2019) no estado de São Paulo a demanda de milho para a alimentação animal, em 2019 foi de aproximadamente 6,6 milhões de toneladas, cerca de 73,8% da demanda total e 32,4% superior à disponibilidade de milho no estado.

Semelhante ao que ocorre no sistema convencional, o milho produzido em sistema orgânico, na maioria, destina-se à alimentação animal. Mas a produção do cereal nesse sistema ainda é incipiente, estima-se que represente apenas 0,03% da produção nacional de milho, com cerca de 20 mil toneladas (SANTOS e TIVELLI, 2017). O pequeno volume produzido impede a expansão da pecuária e avicultura orgânica. Assim, a produção e oferta regular de milho é importante para a consolidação das cadeias produtivas de proteína animal orgânica (FONTANETTI et al., 2006).

Entre os principais desafios técnicos dos sistemas orgânicos de produção de milho estão: o manejo das plantas daninhas (ARCHER et al., 2007; FONTANETTI; SANTOS; GALVÃO, 2012) e o fornecimento de nitrogênio (MULLER et al., 2017).

Quanto ao manejo das plantas daninhas nos sistemas orgânicos, entende-se que o mesmo deve ser realizado de forma integrada, observando não apenas as práticas de manejo, mas também o desenho e ocupação do agroecossistema no espaço e tempo.



Nesse sentido, a rápida ocupação do solo por espécies desejadas, como os adubos verdes, pode fechar as “janelas” para as plantas daninhas. E as diferentes espécies, empregadas no plano de rotação/sucessão, podem, ainda, alterar a dinâmica das invasoras em função da produção de massa seca, estratégia de ocupação do solo, uso dos recursos como água, nutrientes e luz e, alelopatia (BAJWA et al., 2015).

As espécies de adubos verdes alteram a cobertura e o volume de solo, o último explorado pelas raízes, podendo modificar os padrões de umidade e temperatura. A raiz pivotante do guandú-anão atinge profundidades de solo superior a 0,30 m, já as crotalárias concentram as raízes na superfície do solo (REINERT et al., 2008). Ou seja, apresentam diferentes estratégias de ocupação e exploração do solo.

O consórcio de milho com adubos verdes da família Fabaceae está entre os mais estudados para o manejo das plantas daninhas tanto em sistema convencional como orgânico. Destacamos alguns resultados no sistema orgânico. Corrêa et al. (2014) avaliaram o efeito do consórcio de milho com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.) na dinâmica das plantas daninhas, durante quatro safras consecutivas de milho em sistema de plantio direto orgânico, e verificaram redução da importância relativa das espécies *Artemisia verlotorum*, *Bidens pilosa* e *Digitaria* sp. Também, estudando o consórcio de milho com feijão-de-porco, Giraldeli; Fontanetti e Santos (2019), verificaram que a comunidade de plantas daninhas modificou-se ao longo do ciclo do milho em função das alterações proporcionadas pelo crescimento e estabelecimento das plantas de milho e de feijão-de-porco, transformando os padrões de competição. Por fim, as mesmas autoras, destacam que esse consórcio é uma boa alternativa para a produção de milho em sistema de plantio direto orgânico; no entanto, necessita da realização de pelo menos uma capina na quarta folha desenvolvida do milho.

Porém, Arantes et al. (2016) estudaram o consórcio de milho com as forrageiras calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.), puerária

[*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth] e soja-perene [*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey] em sistema orgânico, identificaram que elas não foram eficientes para o controle das plantas daninhas.

Outra vantagem do consórcio de milho com os adubos verdes da família Fabaceae, explorado pela literatura científica, é o aporte de nitrogênio ao agroecossistema, em função das associações plantas da família Fabaceae com bactérias fixadoras de nitrogênio (e.g. gênero *Rhizobium*) (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012). Um segundo benefício relevante a prática da adubação verde quanto a disponibilidade de nitrogênio no sistema solo-planta, deve-se ao fato que estudos anteriores verificaram que a decomposição dos resíduos vegetais, assim como, a liberação de compostos específicos, por meio de exsudados radiculares, servem como fonte de energia para diversos microrganismos do solo, inclusive os envolvidos na ciclagem de nitrogênio (YARWOOD; MYROLD; HOGBER, 2009). As enzimas mineralizadoras do solo, promovem a disponibilização deste nutriente para as plantas, por meio de sua ciclagem (CASSETARI; SILVA; CARDOSO, 2016).

A proposta desse trabalho foi associar o consórcio do milho com os adubos verdes com métodos mecânico de controle das plantas daninhas, a roçada e o cultivador com enxadas.

A roçada já foi estudada para o manejo de plantas daninhas no cultivo de milho orgânico e têm revelado reduzida eficiência, pois favorece a seleção de espécies que se propagam vegetativamente (VAZ DE MELO et al., 2007; FONTANETTI, 2008), não reduz a produção de massa seca das plantas daninhas (VAZ DE MELO et al., 2007) e a competição por nutrientes com as plantas de milho (GIRALDELI, FONTANETTI e MONQUERO, 2019).

Outra opção, menos estudada são os cultivadores ou capinadores mecânicos automatizados, que podem aumentar o rendimento operacional e a eficiência no controle das plantas daninhas (FENNIMORE et al., 2016). Este sistema auxilia no controle das plantas espontâneas nas entrelinhas. Podendo ser uma alternativa, para médias e grandes

áreas em sistema orgânico em que há reduzida disponibilidade de mão de obra, fato que praticamente inviabiliza o controle manual. Porém, em função da morfologia do sistema radicular fasciculado do milho, o qual favorece a concentração das raízes na camada de 0-0,10 m (SILVA, REINERT e REICHERT, 2000); o emprego de implementos que possam causar revolvimento do solo e gerar danos as raízes do milho devem ser analisadas com cuidado. Sabe-se ainda que o revolvimento do solo, altera a comunidade de plantas daninhas (CORRÊA et al., 2011), sendo necessário avaliar o efeito dessa técnica ao longo do tempo.

Assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos dos consórcios de milho com adubos verdes associados com dois manejos das plantas daninhas (roçada e cultivador) na supressão das plantas daninhas, crescimento, fornecimento de nitrogênio (N) e produtividade de grãos de milho.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **2.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido na safra 2018/19, em área experimental pertencente ao Departamento de Desenvolvimento Rural (DDR), localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), no município de Araras, SP, situado a 690 m de altitude, sob as coordenadas geográficas de latitude 22°18'27,75" Sul e longitude 47°23'09,83" Oeste.

O clima da região é classificado como Cwa, tropical úmido, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos (KÖPPEN, 1948).

O solo é classificado como Nitossolo Vermelho Distroférico latossólico (NVdf) de textura argilosa (Yoshida e Stolf, 2016), e apresentou na camada de 0-0,20 m as características químicas: P resina = 63 mg dm<sup>-3</sup>, M.O = 31 mg dm<sup>-3</sup>, pH Ca Cl<sub>2</sub> = 5,8, K = 5,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, Ca = 70 mmolc dm<sup>-3</sup>, Mg = 18 mmolc dm<sup>-3</sup>, H+Al = 16 mmolc dm<sup>-3</sup>, Al = 0,3 mmolc dm<sup>-3</sup>, SB = 93,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, CTC = 109,1 mmolc dm<sup>-3</sup>, V% =

85,3%, m% = 0,3%, S = 4 mg dm<sup>-3</sup>, B = 0,37 mg dm<sup>-3</sup>, Cu = 3,0 mg dm<sup>-3</sup>, Fe = 21 mg dm<sup>-3</sup>, Mn = 15,0 mg dm<sup>-3</sup>, Zn = 6,6 mg dm<sup>-3</sup>.

A área experimental vem sendo conduzida em sistema orgânico há dez anos. Nas safras de verão, cultiva-se milho em consórcio com adubos verdes. Desde então, já foram utilizados feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) (2009/10, 2010/11 e 2011/12) e puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth), soja perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn.)) e calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.) (2013/14 e 2014/15). Nas entressafras, foram realizados cultivos exclusivos de adubos verdes, como aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.), crotalária (*Crotalaria ochroleuca*) e crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.). Nas safras 2015/16; 2016/17 e 2017/18 cultivou-se milho em consórcio com guandú-anão (*Cajanus cajan* L.) e crotalária (*Crotalaria spectabilis* Roth.) no verão, e aveia-branca (*Avena sativa* L.) no inverno.

## 2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema fatorial 4 x 2. Quatro sistemas de cultivos: consórcios de milho com: *Crotalaria spectabilis* (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MC); *Cajanus cajan* (guandú- anão) (5 plantas m<sup>-1</sup>) (MG) e *Crotalaria spectabilis* + *Cajanus cajan* (6 plantas m<sup>-1</sup>, 3 plantas de cada adubo verde) (MCG) e uma testemunha, monocultivo de milho (M); e dois manejos de plantas daninhas: roçada e cultivador com enxadas. A densidade de adubos verdes foi baseada no trabalho de Oliveira et al. (2010). A parcela experimental foi formada por 5 linhas de milho com 5 m de comprimento, com espaçamento entrelinhas de 0,7 m.

## 2.3 Condução do experimento

O preparo do solo, foi realizado com uma operação de grade aradora, seguida por outra de grade niveladora. Em seguida, no dia 18 de dezembro de 2018 foram semeadas a crotalária e o guandú-anão cv. IAPAR 43 Aratã simultaneamente ao milho, na linha de plantio, com

densidade de 25 e 15 Kg ha<sup>-1</sup> de sementes, respectivamente, desejando a população final de 5 plantas m<sup>-1</sup> nos consórcios MG e MC e, 3 plantas m<sup>-1</sup> de cada adubo verde no MCG.

O milho híbrido AGRICOM 340 foi semeado na densidade de cinco sementes m<sup>-1</sup>, visando a população de 60.000 plantas ha<sup>-1</sup>, após desbaste.

A adubação do milho foi realizada logo após a semeadura, utilizando composto orgânico comercial Visafertil®, na dose 8,5 t ha<sup>-1</sup> de massa seca; visando fornecer a dose de nitrogênio necessária para alcançar a produtividade de grãos esperada de 6,0 - 8,0 t ha<sup>-1</sup> (RAIJ et al., 1997). O composto orgânico foi depositado na superfície do solo, na linha de semeio do milho, as características químicas do composto foram: densidade 0,87 g cm<sup>-3</sup>; pH (em H<sub>2</sub>O) = 7,0; C = 10,50%; N = 2,15%; P = 1,27%; K = 1,47%; Ca = 8,66%; Mg = 0,84%; S = 0,86%; Cu = 85 g Kg<sup>-1</sup>; Fe = 10460 g Kg<sup>-1</sup>; Mn = 539 g Kg<sup>-1</sup>; Zn = 183 g Kg<sup>-1</sup>; matéria orgânica = 18,10 % e umidade = 24,29%.

O manejo das plantas daninhas, foi realizado nas entrelinhas de plantio do milho com roçadeira costal de fio, ou cultivador com enxadas, no estágio V4 do milho (quatro folhas expandidas), conforme o tratamento.

Para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* (Smith)) foram realizadas duas aplicações do inseticida biológico Dipel®, nos estádios V4 (quatro folhas expandidas) e V8 (oito folhas expandidas) do milho, conforme recomendações do fabricante, na dose de 11 g ha<sup>-1</sup> do princípio ativo (*Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*).

A colheita das espigas localizadas nas três linhas centrais de cada parcela, foi realizada manualmente no estágio R6 (maturação fisiológica), com umidade média de 23,1% aos 149 dias após o plantio.

## **2.4 Avaliações**

### **2.4.1 Análise de crescimento do milho**

As características do milho avaliadas para compor a análise de crescimento foram: o índice de área foliar (IAF) e a matéria seca das plantas (MSM).

#### **Índice de área foliar (IAF)**

Foram coletadas três plantas de milho por parcela nos estádios V4, V8 e VT (pendoamento). As plantas foram separadas em colmo, bainha, pendão floral e limbo foliar. Os limbos foliares foram submetidos ao Leitor Fotoelétrico de Área Foliar portátil LI 3000C (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA), para a obtenção da Área Foliar Total (AFT) por planta, média das três plantas avaliadas (SANGOI et al., 2011). Posteriormente, o Índice de Área Foliar (IAF) foi obtido pela divisão entre a média da área foliar total das três plantas pela área ocupada por cada planta no campo (1750 cm<sup>2</sup>) (SANGOI et al., 2011).

#### **Matéria Seca do Milho (MSM)**

Para a matéria seca das plantas de milho foram utilizadas as mesmas plantas avaliadas para a determinação do IAF. Ou seja, foram coletadas três plantas de milho por parcela nos estádios V4, V8 e VT e após a leitura da área foliar, as plantas foram secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até apresentarem massa constante (MOREIRA et al., 2014). Os resultados foram apresentados em g planta<sup>-1</sup> (média das três plantas coletadas).

### **2.4.2 Dinâmica do nitrogênio**

Para analisar a dinâmica do nitrogênio nos sistemas de cultivo foram avaliados: o índice de clorofila Falker (ICF) e o teor de nitrogênio

nos grãos de milho, produção de massa seca dos adubos verdes (MSAV) e acúmulo de nitrogênio na massa seca dos adubos verdes

### **Índice de clorofila Falker (ICF)**

As avaliações do ICF foram realizadas nos estádios fenológicos V4, V8 e VT em 10 plantas aleatórias na área útil de cada parcela, com clorofilômetro -ClorofiLOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola (FALKER, 2008). Foram realizadas duas leituras no terço mediano da última folha expandida e utilizou-se a média das leituras (KAPPES; ARF; ANDRADE et al., 2013).

### **Teor de nitrogênio nos grãos de milho**

Coletou-se uma amostra homogênea de grãos de milho no estádio R6 (maturação fisiológica do milho), de cada parcela experimental. As amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 65°C, até atingirem peso constante. Posteriormente foram processadas em moinho e enviadas para o Laboratório de Análises Químicas de Solo e Plantas DRNPA/CCA/UFSCar para serem analisadas quanto ao teor de nitrogênio (N) (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1989).

### **Massa seca da parte aérea dos adubos verdes (MSAV)**

Para a MSAV foram coletadas três amostras por parcela da parte aérea dos adubos verdes presentes em um metro da linha de plantio do milho, nos estádios fenológicos V4, V8, VT e R6. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até a estabilização do peso (adaptado de MOREIRA et al., 2014) e os resultados apresentados em kg ha<sup>-1</sup>.

### **Acúmulo de nitrogênio na parte aérea dos adubos verdes**

As amostras de massa seca dos adubos verdes coletadas no estádio R6 do milho, foram processadas em moinho e posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Análises Químicas de Solo e Plantas DRNPA/CCA/UFSCar para a determinação dos teores de N, segundo a metodologia proposta por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989). Os valores obtidos em  $\text{g kg}^{-1}$  foram multiplicados pelos resultados de MSAV ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), de forma a se obter o acúmulo de nitrogênio na parte aérea dos adubos verdes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Para o consórcio que possui duas espécies de adubos verdes (MCG), as amostras enviadas ao laboratório foram compostas por um volume proporcional ao número de plantas de cada espécie coletadas por metro linear.

#### **2.4.3 Produtividade de grãos de milho**

O milho foi colhido em espigas e posteriormente processado em debulhador elétrico estacionário. A produtividade dos grãos foi obtida pela massa total dos grãos por parcela, corrigido a umidade para 13%, os resultados foram apresentados em  $\text{t ha}^{-1}$ .

#### **2.4.4 Massa de matéria seca das plantas daninhas (MSPD)**

No estádio V8 do milho, aproximadamente 25 dias após a realização da roçada e do cultivador, avaliou-se a massa de matéria seca das plantas daninhas (MSDP). As plantas daninhas foram coletadas nas entrelinhas centrais da parcela experimental, utilizando um gabarito de madeira com 0,25 m de lado, lançado aleatoriamente, três vezes por parcela. As plantas foram cortadas rentes ao solo, acondicionadas em sacos de papel e levadas para o laboratório, posteriormente foram secas em estufa com ventilação forçada de ar na temperatura de  $65^\circ \text{C}$  durante 48 horas para a determinação da massa de matéria seca por parcela. Os resultados foram apresentados em  $\text{kg ha}^{-1}$ .



### **2.4.5 Forma de análise dos resultados**

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 5% de probabilidade. Quando as interações entre os fatores foram significativas, realizou-se o desdobramento das interações. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise de crescimento do milho**

Na análise de crescimento do milho, o método de manejo das plantas daninhas (roçada e cultivador) não interferiu na produção de massa seca do milho (MSM) em todos os estádios avaliados (Tabela 1). Analisando os sistemas de cultivo dentro do fator roçada no estádio V4, verifica-se que a produção de MSM foi maior no MC, seguido pelo M e MCG, sendo que os dois últimos não diferiram entre si e, o menor foi observado no MG (Tabela 1). Ainda no estádio V4, analisando os sistemas de cultivo dentro do fator cultivador, não se observou diferença para a produção de MSM entre os sistemas de cultivo (Tabela 1).

Cabe destacar que no estádio V4 as avaliações de MSM foram realizadas anterior ao manejo das plantas daninhas com cultivador ou roçada. Portanto, os resultados devem-se apenas aos sistemas de cultivo. As parcelas com roçada foram instaladas sobre a mesma área da safra (2017/18), anteriormente conduzida com os consórcios do experimento atual e o manejo das plantas daninhas realizado com roçada.

No estádio V8 a menor produção de MSM foi observada no consórcio MC, tanto para o cultivador quanto para a roçada. Mas, essa diferença não perdurou no estádio VT do milho (Tabela 1).

Para o índice de área foliar (IAF) no estádio V4 houve efeito dos métodos de manejo das plantas daninhas para o MCG, em que o menor IAF foi verificado na roçada (Tabela 1). No entanto, em VT o maior IAF foi observado no cultivador, independente do sistema de cultivo. Assim, aparentemente o cultivador contribuiu para o aumento da área foliar das

plantas de milho, não alterando, no entanto, a MSM. O IAF do milho está entre os fatores que interferem na interceptação da radiação solar, afetando diretamente a fotossíntese (ARGENTA et al. 2001). Dessa forma, o aumento do IAF poderia refletir em maior produtividade de grãos.

**Tabela 1.** Análise de crescimento do milho, massa seca (MSM) e índice de área foliar (IAF) nos estádios fenológicos do milho V4 (quatro folhas), V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) do milho em função dos sistemas de cultivo e manejos das plantas daninhas. Araras, SP, safra 2018/19.

<b>Massa Seca (MSM)</b>						
Sistemas de cultivo	V4		V8		VT	
	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada
	Kg ha <sup>-1</sup>					
M <sup>2</sup>	233,25 <sup>NS</sup> A <sup>1</sup>	230,00 bA	3473,50 abA	3525,75 aA	5125,00 aA	4852,25 aA
MC	269,50 A	264,75 aA	3399,25 bA	3395,00 bA	4953,75 aA	4521,59 aA
MG	145,00 A	144,75 cA	3578,75 aA	3578,75 aA	4412,25 aA	4407,50 aA
MCG	232,00 A	233,00 bA	3563,75 aA	3529,75 aA	4678,50 aA	4668,70 aA
CV(%)	3,24		1,26		8,43	
<b>IAF</b>						
M	0,2825 aA	0,2150 aA	1,3152 <sup>NS</sup>	1,6703 <sup>NS</sup>	2,8800 <sup>NS</sup> A	2,4200 <sup>NS</sup> B
MC	0,2350 aA	0,2850 aA	1,1090	1,5524	3,3500 A	2,5700 B
MG	0,2350 aA	0,2475 aA	1,2165	1,0954	3,2300 A	2,0100 B
MCG	0,2975 aA	0,2100 aB	2,4839	1,4177	2,7100 A	2,2500 B
CV(%)	19,52		13,85		19,26	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey em nível de 5% de significância, <sup>NS</sup> Não significativo de acordo com o teste F em nível de 5 % de probabilidade; <sup>2</sup> monocultivo de milho (M), milho/crotalária (MC), milho/guandú-anão (MG), milho/crotalária/guandú-anão (MCG).

**Tabela 2.** Índice de clorofila Falker (ICF) do milho nos estádios fenológicos nos estádios fenológicos V4 (quatro folhas), V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) em função dos sistemas de cultivo e manejos das plantas daninhas. Araras, SP, safra 2028/19.

Sistemas de cultivo	<u>V4</u>		<u>V8</u>		<u>VT</u>	
	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada
M <sup>2</sup>	34,06 aB <sup>1</sup>	34,57 aA	28,00 <sup>ns</sup> B	33,27 <sup>ns</sup> A	48,60 aA	50,0 aA
MC	29,31 abB	33,35 abA	29,60 B	29,52 A	48,10 aA	48,70 aA
MG	30,37 abB	32,02 abA	31,90 B	37,60 A	44,47 bA	44,80 bA
MCG	31,51 abB	32,12 abA	27,62 B	40,17 A	48,15 aA	50,92 aA
CV(%)	10,79		17,33		7,62	

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey em nível de 5% de significância, <sup>NS</sup> Não significativo de acordo com o teste F em nível de 5 % de probabilidade; <sup>2</sup> monocultivo de milho (M), milho/crotalária (MC), milho/guandú-anão (MG), milho/crotalária/guandú-anão (MCG).

### **Dinâmica do nitrogênio**

Quanto a dinâmica do nitrogênio, iniciamos discutindo o índice de clorofila Falker (ICF) do milho. No estágio V4, os maiores ICF foram verificados no manejo com roçada (Tabela 2). Como mencionado as parcelas com roçada foram instaladas sobre a mesma área conduzida anterior com os consórcios estudados nesse experimento, fato que pode ter contribuído para uma maior mineralização inicial de N advindos dos resíduos dos adubos verdes anteriormente cultivados. Ainda em V4, entre os sistemas de cultivo o M foi o que apresentou maior ICF (Tabela 2), talvez em função da ausência de competição com os adubos verdes que pode ter ocorrido nos consórcios.

No estágio V8 o ICF permaneceu superior nos sistemas de cultivo que foram roçados (Tabela 2). Aqui é necessário destacar dois fatores: a presença dos resíduos dos adubos verdes dos consórcios anteriores e das plantas daninhas roçadas que foram deixadas na superfície do solo; e o fato da roçada não mobilizar o solo, diferente do cultivador que promoveu a incorporação do composto orgânico aplicado em cobertura. A incorporação dos resíduos vegetais e do composto orgânico acelera o processo de decomposição da matéria orgânica e mineralização do nitrogênio. A mineralização do N deve ocorrer em sincronia com a taxa de absorção do milho, quando isso não ocorre, o N é perdido por lixiviação ou volatilização. Na produção de milho orgânico com aplicação de composto orgânico, a volatilização de N-NH<sub>3</sub> ocorre de forma considerável (80 kg ha<sup>-1</sup>) (LEMOS et al., 2014) e práticas que aceleram o processo de decomposição e mineralização podem aumentar as perdas.

Em contrapartida, Favarato et al. (2013), concluíram que a incorporação do composto orgânico aumenta a produtividade de milho em relação ao composto aplicado em superfície e proporciona maior acúmulo de massa seca e macronutrientes nas plantas de milho. No

entanto, é importante destacar que no caso da afirmação do autor, o composto foi incorporado no momento do semeio do milho.

Outra hipótese para o maior ICF nos tratamentos com roçada, pode estar atrelado ao efeito deletério do cultivador sobre as raízes do milho, pois o implemento atua nas profundidades de 0,10 a 0,15m. Segundo Silva, Reinert e Reichert (2000) são nessas profundidades em que se concentram a maior parte das raízes do milho.

Já no estágio VT não houve diferença entre os métodos de manejo das plantas daninhas para o ICF (Tabela 2). O menor ICF nos dois métodos de manejo das plantas daninhas foi verificado no consórcio de MG (Tabela 2). Semelhante ao verificado por Bonfanti (2019), que encontrou o menor ICF e teor de nitrogênio nas folhas de milho em consórcio com cinco plantas de guandú-anão por metro. A autora atribui o resultado a maior produção de massa seca do guandú-anão em comparação aos outros adubos verdes, estabelecendo competição pelo nutriente com o milho. Resultado que difere desse trabalho, pois a produção de massa seca do guandú-anão no consórcio com o milho (MG) foi semelhante a produção de massa seca da crotalária + guandú-anão (MCG), independente do manejo das plantas daninhas (Tabela 3). Porém, a competição entre as espécies (crotalária e guandú-anão), pode ter aumentado a disponibilidade de N para o milho.

No entanto, Gallo et al. (2017) verificaram maior teor de N no milho consorciado com guandú-anão semeado na linha e duas faixas na entrelinha do milho. Para os autores, a maior produção de massa seca do guandú-anão contribuiu para o fornecimento de nitrogênio para o milho no mesmo ciclo de cultivo.

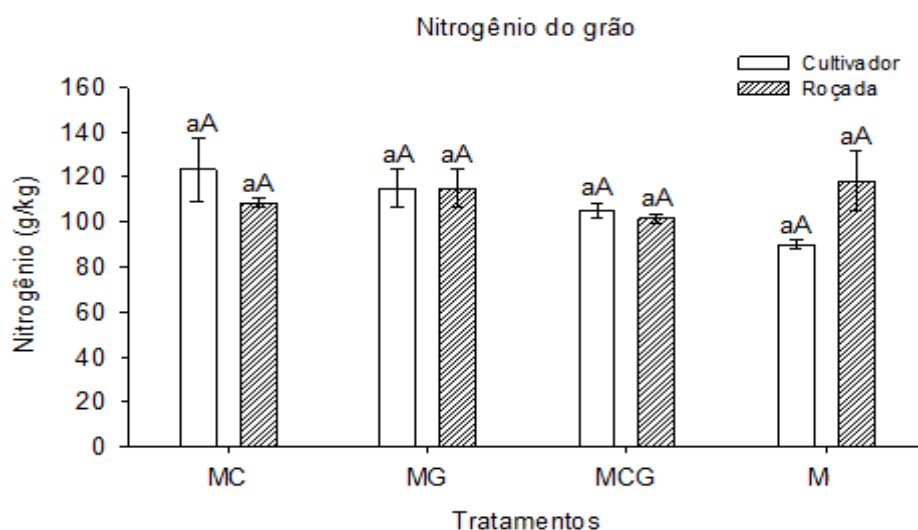
**Tabela 3.** Matéria seca dos adubos verdes (MSAV) nos estádios fenológicos V8 (oito folhas) e VT (pendoamento) do milho e acúmulo de nitrogênio na massa seca dos adubos verdes (N acumulado) no estágio R6 (maturação fisiologia dos grãos) do milho em função dos consórcios. Araras, SP, safra 2018/19.

Sistemas de cultivo	V8		R6		N acumulado	
	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada
	<b>Kg ha<sup>-1</sup></b>					
MC <sup>3</sup>	312 <sup>NS1</sup>	532 <sup>NS</sup>	636 bA <sup>2</sup>	862 Ba	25,00 b A	29,50 aA
MG	568	496	2404 aA	2536 Aa	31,53 a A	31,17 aA
MCG	404	324	2096 aA	1806 Aa	29,50 ab A	30,17 aA
<b>CV (%)</b>	5,66%		38,91%		7,55%	

<sup>1</sup>ns, não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade; <sup>2</sup>médias seguidas das mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey em nível de 5% de significância; <sup>3</sup>milho/crotalaria (MC), milho/guandú-anão (MG) e milho/crotalaria/guandú-anão (MCG).

Quanto a produção de massa seca dos adubos verdes (MSAV), não houve efeito das técnicas de manejo das plantas daninhas e dos sistemas de cultivo no estágio V8 (Tabela 3). Também no estágio R6 a MSAV não foi influenciada pelo manejo das plantas daninhas. Porém, a menor produção de MSAV foi da *C. spectabilis* no MC (Tabela 3). A *C. spectabilis* possui crescimento lento e menor altura quando comparada ao guandú-anão (KAPPES e ZANCANARO, 2015). O guandú-anão, por sua vez, quando semeado na estação chuvosa apresenta elevada produção de matéria seca (OLIVEIRA et al., 2010).

Para o N acumulado na massa seca dos adubos verdes, houve efeito dos sistemas de cultivo dentro do fator cultivador (Tabela 3). O maior acúmulo de N ocorreu no MG seguido pelo MCG, que por sua vez não diferiu do MC (Tabela 3). Fato que se deve a maior produção de MSAV nesses consórcios. No entanto, os teores de N nos grãos de milho não diferiram entre os sistemas de cultivo e técnicas de manejo das plantas daninhas. O milho absorve nitrogênio com maior intensidade na fase de desenvolvimento vegetativo e na formação da espiga e 75 % do N absorvido é translocado para os grãos (COELHO, 2006). Nesse caso, os efeitos da contribuição do nitrogênio acumulado na MSAV, provavelmente será observado na safra seguinte.



**Figura 1.** Médias seguidas de mesma letra minúscula para os manejos (cultivador e roçada) e maiúscula para os sistemas de cultivo, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância. Monocultivo de milho (M), milho/crotalária (MC), milho/guandú-anão (MG), milho/crotalária/guandú-anão (MCG).

### Plantas daninhas

Para a massa seca das plantas daninhas (MSPD), houve efeito das técnicas de manejo e dos sistemas de cultivo. Analisado o efeito dos sistemas de cultivo dentro do manejo cultivador a maior produção de MSPD ocorreu no MCG seguindo pelo MG (Tabela 4). Já dentro do fator roçada a maior produção de MSPD foi verificada no MC e os demais não diferiram entre si (Tabela 4). Comparando as técnicas de manejo roçada e cultivador, os resultados foram semelhantes apenas para o M. Para o MG e MCG a roçada foi mais eficiente que cultivador para reduzir a produção de MSPD. No entanto, para o MC o cultivador foi superior a roçada (Tabela 4). Aparentemente o cultivador não é eficiente nos consórcios de milho com adubos verdes que produzem maior biomassa, nessas situações o uso do equipamento é prejudicado, ocorre “embuchamento” das enxadas e essas não conseguem realizar eficiente controle das plantas daninhas.



**Tabela 4.** Massa seca das plantas daninhas no estágio de oito folhas expandidas do milho (V8), aproximadamente aos 25 dias após manejo, e produtividade de grãos de milho em função dos sistemas de cultivo e dos manejos de plantas daninhas. Araras, SP, safra 2018/19.

Sistemas de cultivo	Plantas Daninhas		Produtividade grãos	
	Cultivador	Roçada	Cultivador	Roçada
	Kg ha <sup>-1</sup>		t ha <sup>-1</sup>	
M <sup>3</sup>	5,62 bcA <sup>1</sup>	4,88 bA	3,07 <sup>ns2</sup>	2,10 <sup>ns</sup>
MC	3,38 cB	9,37 aA	2,57	2,70
MG	7,99 bA	4,90 bB	2,61	2,60
MCG	25,52 aA	4,36 bB	2,02	3,92
CV (%)	13,92		29,70	

<sup>1</sup>ns, não significativo de acordo com o teste F em nível de 5% de probabilidade; <sup>2</sup> médias seguidas das mesmas letras, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey em nível de 5% de significância; <sup>3</sup>milho/crotalária (MC), milho/guandú-anão (MG) e milho/crotalária/guandú-anão (MCG).

No entanto, as diferenças observadas no manejo das plantas daninhas não interferiram na produtividade de grãos de milho. Pois, não houve efeito dos sistemas de cultivo e das técnicas de manejo (Tabela 4).

A reduzida produtividade de grãos de milho nessa safra, valores inferiores aos observados por Arantes et al. (2016), Gallo et al. (2017) e Bonfanti (2019) estudando consórcios de milho com adubos verdes em sistema orgânico na mesma área e em safras anteriores, deve se em especial ao complexo de enfezamento, causado por um grupo de bactérias da classe Mollicutes, transmitido pela cigarrinha *Dalbulus maidis* (Hemiptera Cicadelidae), praga mais conhecida como cigarrinha-do-milho que têm gerado elevadas perdas de produtividade de grãos de milho na região.

## 4 CONCLUSÕES

A roçada e o cultivador não interferirem no crescimento, produção de massa seca do milho. Porém, o cultivador favorece o aumento do índice de área foliar (IAF) do milho.

As maiores produções de massa seca dos adubos verdes ocorreu nos consórcios milho/guandú-anão e milho/guandú-anão/crotalária.

Os consórcios e os métodos de manejo das plantas daninhas não interferem no fornecimento de nitrogênio do milho e na produtividade de grãos.

O cultivador não é eficiente para o controle de plantas daninhas nos consórcios de milho com adubos verdes que produziram maior massa seca.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANTES, A.C. C.; Fontanetti A.; Soares, M. R.; Francisco José da Silva NETO, F. J. S.; PRÓSPERO, A. G.; Agronomic characteristics and yield of organic maize straw intercropped with perennial green manures. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 222-229, Jul./Sep. 2016.

ARCHER, D. W., JARADAT, A. A., JOHNSON, J. M. F., LACHNIGHT-WEYERS, S., GESCH, R. W., FORCELLA, F., KLUDZE, H. K. Crop Productivity and Economics during the Transition to Alternative Cropping Systems. **Agronomy Journal**. 99:1538–1547, 2007.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

BAJWA, A.A.; MAHAJAN, G.; CHAUHAN, B.S. Nonconventional weed management strategies for modern agriculture. **Weed Science**, v. 63, n. 4, p.723-747, 2015.

BONFANTI, L. **Nutrição e disponibilidade de nitrogênio no consórcio de milho orgânico com diferentes densidades de fabáceas**. Dissertação

(Mestrado em produção vegetal e bioprocessos associados). Universidade Federal de São Carlos. Araras, p. 63. 2019.

CASSETARI, A. de S.; SILVA, M. C. P. da; CARDOSO, E. J. B. N. Capítulo 8: Fixação Biológica de nitrogênio simbiótica. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 221 p.

COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. 2006. (Circular Técnica, 78) 10p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2019/20, n 11 - **Décimo primeiro levantamento**, agosto 2020.

CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V. Dinâmica populacional de plantas daninhas na cultura do milho em função de adubação e manejo. **Revista Ciência Agronômica** (UFC. Online), v. 42, p. 354-363, 2011.  
CORRÊA, M. L. P.; GALVÃO, J. C. C.; FONTANETTI, A.; LEMOS, J. P.; CONCEIÇÃO, P. M. Interferência do feijão-de-porco na dinâmica de plantas espontâneas no cultivo do milho orgânico em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 9, p. 160-172, 2014.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA. **ClorofiLOG: Medidor Eletrônico do Teor de Clorofila**. 2008. Disponível em: <<http://www.falker.com.br/produto-clorofilog-medidor-clorofila.php>>. Acesso em: agos. 2019.

FAVARATO, L. F.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, C. M.; FERNANDES, H. C.; CUNHA, D. N.; PAULA, G. S. Incorporação mecânica de composto orgânico e produtividade do milho em sistema de plantio direto orgânico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas – MG, v.12, n.2, p. 138-151, 2013.

FENNIMORE, S.A.; Smith, R.F.; Tourte, L.; LeStrange, M.; Rachuy, J.S. Evaluation and economics of a rotating cultivator in bok choy, celery, lettuce, and radicchio. **Weed Technology**, v. 28, n. 1, p. 176 -188, 2014

FONTANETTI, A. **Adubação e dinâmica de plantas daninhas em sistema de plantio direto orgânico de milho**. 2008. 84 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FONTANETTI, A., SANTOS, I. C. D., GALVÃO, J. C. C. Caracterização do milho orgânico. In: Paterniani, M. E. A. G. Z., Duarte, A. P, Tsunechiro, A. **Diversidade e inovações na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agrônomo / Associação Brasileira de Milho e Sorgo. 215-232, 2012.

- FONTANETTI, A.; GALVÃO, J. C. C.; SANTOS, I. C. dos; MIRANDA, G. V. Produção de milho orgânico no sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 233, p.127-136, jul./ago. 2006.
- FORSTHOFER, E.L. et al. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.399-407, 2006.
- GALLO, A. de S. et al. Macronutrient content and accumulations in different arrangements of dwarf pigeon pea intercropped with corn. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 11, p. 897-904, 2017.
- GIRARDELI, A., FONTANETTI, A. PEREIRA, O. D. Weed control in organic maize crop with direct sowing. **Revista Colombiana de Ciencias Horticolas**. 2019; 13(2): p. 228- 236.
- KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 219-234, 2015.
- KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. da C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1310-1321, 2013.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: com um estúdio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Economica. 1948: 478.
- LEMOS, J. P. et al. Disponibilidade de nitrato e amônio e quantificação de amônia volatilizada em área de cultivo de milho nos sistemas de plantio direto tradicional e orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 101-111, 2014.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 1989, 201 p.
- MIURA, M., FREITAS, S. M. de. **Estimativa de Oferta e Demanda de Milho no Estado de São Paulo em 2019**. Instituto de Economia Agrícola. Disponível em <<http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14624>>. Acesso em 20 de agosto de 2020.
- MOREIRA, S. G. et al. Massa seca e macronutrientes acumulados em plantas de milho cultivadas sob diferentes espécies de cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 218-231, 2014.
- MULLER, A., OSMAN-ELASHA, B. & ANDREASEN, L.; Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. **Nature communication**. Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland, 2017.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado**. 2010. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

PEREIRA, N. D.; SOARES, I. PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde**, Pombal, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.

REINERT, D. J. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1805-1816, 2008.

SANGOI, L. et al. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 609-616, 2011.

SANGOI, L.; ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; MINETTO, T. J.; BISOTTO, V. Níveis de manejo na cultura do milho em dois ambientes contrastantes: análise técnico-econômica. **Ciência Rural**, v.33, p.1021-1029, 2003.

SANTOS, N. C. B.; TIVELLI, S. W. Como produzir milho orgânico? Rio de Janeiro: Sociedade Nacional de Agricultura, Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas; Centro de Inteligência em Orgânicos, 2017. 56 p.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:191-199, 2000.

VAZ DE MELO, A., J.C.C. GALVÃO, L.R. FERREIRA, G.V. MIRANDA, L.D. TUFFI SANTOS, I.C. SANTOS, AND L.V. SOUZA. Weed population dynamics in green corn cultivation under organic and traditional systems. **Planta Daninha** 25(3), 521-527, 2007.

YAWOOD, S. A.; MYROLD, D. D.; HOGBER, M. N. Termination of belowground C allocation by trees alters soil fungal and bacterial communities in a boreal forest. **FEMS Microbiology Ecology**, v. 70, n. 1, p. 151-162, 2009.

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar - Araras/SP. **Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.