

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INTERFERÊNCIA DE *Ipomoea grandifolia* NA CULTURA DO
MILHO**

Livia Felicio Barreto

Engenheira Agrônoma

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**INTERFERÊNCIA DE *Ipomoea grandifolia* NA CULTURA DO
MILHO**

Discente: Lívia Felício Barreto

Orientador: Prof. Dr. Silvano Bianco

Coorientadores: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

Dra. Mariluce Pascoina Nepomuceno

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutora em Agronomia (Produção Vegetal)

2019

B273i Barreto, Livia Felicio
Interferência de Ipomoea grandifolia na cultura do milho /
Livia Felicio Barreto. -- Jaboticabal, 2019
95 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Silvano Bianco
Coorientadora: Mariluce Pascoina Nepomuceno

1. Colheita mecanizada. 2. Períodos de interferência. 3.
Convolvulaceae. 4. Macronutrientes. 5. Perdas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: INTERFERÊNCIA DE *Ipomoea grandifolia* NA CULTURA DO MILHO

AUTORA: LÍVIA FELICIO BARRETO

ORIENTADOR: SILVANO BIANCO

COORIENTADOR: PEDRO LUÍS DA COSTA AGUIAR ALVES

COORIENTADORA: MARILUCE PASCOINA NEPOMUCENO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

Mariluce Nepomuceno

Pós-doutoranda MARILUCE PASCOINA NEPOMUCENO
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Marcos A. Kuva

Pesquisador Dr. MARCOS ANTONIO KUVA
HERBAE Consultoria e Projetos Agrícolas / Jaboticabal/SP

Carlos Eduardo Angeli Furlani

Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
Departamento de Engenharia Rural / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Caio Antonio Carbonari

Prof. Dr. CAIO ANTONIO CARBONARI
Departamento de Produção Melhoramento Vegetal-FCA/UNESP / Botucatu/SP

Leonardo Bianco de Carvalho

Prof. Dr. LEONARDO BIANCO DE CARVALHO
Departamento de Fitossanidade / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 26 de março de 2019

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

LÍVIA FELICIO BARRETO - nascida em 09 de outubro de 1985, na cidade de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil, filha de Modesto Barreto e Mariza Felício Barreto. Graduiu-se Engenheira Agrônoma pelo Câmpus de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista (UNESP), no ano de 2010. Em 2011 ingressou no Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP – Câmpus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins e coorientação da Profa. Dra. Renata Aparecida de Andrade e, durante este período, participou de diversos eventos extracurriculares, realizando vários trabalhos. No período envolvendo o segundo semestre de 2010 até o primeiro de 2015 trabalhou na empresa AgroAlerta Consultoria Ltda. desenvolvendo trabalhos com experimentação e elaboração de laudos. No segundo semestre de 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – área de concentração em Produção Vegetal para cursar o Doutorado na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP - Câmpus de Jaboticabal, desenvolvendo trabalhos com ênfase ao manejo de plantas daninhas. Participou de comissões de apoio, científica, organizadora, planejamento e capacitação de recursos e, foi editora dos anais do encontro sobre a cultura do amendoim. Nos últimos anos tem participado de eventos científicos na sua área de atuação. A autora também publicou e colaborou na publicação de artigos científicos em revistas nacionais e internacionais.

DEDICO

Aos meus pais Modesto e Mariza,
aos meus irmãos Lilian e Kleber e,
ao Édipo pelo amor e apoio durante
todos estes anos.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por tudo que já superei e alcancei na vida.

À **minha família** que é a base da minha vida, meus pais Mariza F. Barreto e Modesto Barreto, pelo apoio, dedicação, confiança, ajuda e amor, me incentivando e estando ao meu lado em todos os momentos, sendo meus exemplos de vida e, sem os quais nada disso seria possível. Minha irmã Lilian, por todo apoio, carinho, amizade, amor e ajuda na condução dos experimentos. Meu irmão Kleber, por todo amor, carinho e amizade.

Ao meu noivo **Édipo**, pelo apoio incondicional, pelas palavras de incentivo e ajuda nos experimentos, pelo o qual tenho enorme respeito, admiração e amor.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Silvano Bianco**, pela orientação, amizade, ensinamentos transmitidos e sabedora durante toda realização deste trabalho.

Ao meu coorientador, **Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves**, pelos valiosos ensinamentos, sabedora, apoio, amizade, incentivo e confiança em mim depositada.

À minha coorientadora, **Dra. Mariluce Pascoina Nepomuceno**, pelos ensinamentos, amizade, carinho, brincadeiras, apoio, confiança, ajuda e incentivo, os quais foram essenciais para realização deste trabalho.

Aos funcionários do **Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária, FCAV/UNESP** – Jaboticabal, particularmente ao **José Valcir Fidelis Martins**, pelos auxílios na montagem, condução e avaliação dos experimentos. Pela experiência transmitida, pelo carinho e respeito, por tornar mais agradável a pesquisa e acima de tudo, pela amizade.

Ao Prof. **Dr. Rouverson Pereira da Silva**, pelas valiosas sugestões, ensinamentos e contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho e pela amizade dispensada.

Aos amigos do **Laboratório de Plantas Daninhas (LAPDA)** pelo apoio e amizade, aos quais serei eternamente grata. Agradeço à Andreísa, Ana Rosália, Anne Elise, Arthur, Bruna, Cárita, Felipe, Gabriel, Gabriel Penha, Izabela, Juliana, Juciléia, Lorena, Nelson, Neriane, Pedro (Foca), Renata, Renan, Thiago, Willians, Wendy e todos amigos do Lapda que fizeram parte de momentos especiais durante meu doutorado.

À amiga **Samira**, pela amizade, carinho e ajuda na realização deste trabalho.

À toda equipe do **Lamma** pela ajuda na condução deste trabalho.

Ao Prof. **Dr. Leonardo Bianco de Carvalho** pela ajuda nas análises nutricionais.

À **Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE)** pela ajuda e principalmente ao Marcelo e aos trabalhadores que auxiliaram neste ato.

Aos **Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia** (Produção Vegetal) da FCAV/UNESP - Jaboticabal, pelos ensinamentos.

À **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV)**, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal e ao Departamento de Biologia Aplicada a Agropecuária (DBAA), pela oportunidade de realização dos trabalhos e pela obtenção do título de Doutora.

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

A **todos** aqueles que, direta e indiretamente, colaboraram para que este trabalho fosse realizado. Muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
OBJETIVO GERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A cultura do milho	4
2.2. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas	6
2.3. Acúmulos de nutrientes	12
2.4. Interferência de plantas daninhas na colheita mecanizada do milho	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Local de instalação e clima	16
3.2. Tratamentos e delineamento experimental	18
3.2.1. Experimentos para períodos de interferência	18
3.2.2. Experimentos para interferência na colheita mecanizada.....	19
3.3. Parâmetros avaliados	21
3.3.1. Experimentos para períodos de interferência	21
3.3.1.1. Caracterização da comunidade infestante.....	21
3.3.1.2. Crescimento das plantas de milho	22
3.3.1.3. Acúmulo de massa seca e macronutrientes nas plantas de milho.....	22
3.3.1.4. Análise da produtividade e períodos de interferência	24
3.3.1.5. Biometria da cultura do milho e avaliações quantitativas de pós-colheita em espigas.....	25
3.3.2. Experimentos para interferência na colheita mecanizada.....	25
3.3.2.1. Biometria da cultura do milho e avaliações quantitativas de pós-colheita em espigas.....	25

3.3.2.2.	Massa fresca e seca de corda-de-viola	25
3.3.2.3.	Fluxo de alimentação por <i>I. grandifolia</i> na colhedora	26
3.3.2.4.	Produtividade e tempo de colheita do milho	26
3.3.2.5.	Impurezas e perdas.....	27
3.3.3.	Análises estatísticas.....	27
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1.	Experimentos para períodos de interferência	29
4.1.1.	Caracterização da comunidade infestante.....	29
4.1.2.	Crescimento das plantas de milho.....	34
4.1.3.	Acúmulo de massa seca e macronutrientes na cultura do milho	37
4.1.4.	Produtividade	46
4.1.5.	Períodos de interferência	49
4.2.	Biometria da cultura do milho e pós-colheita: Experimentos para períodos de interferência e Experimentos para interferência na colheita mecanizada.....	51
4.3.	Experimentos para interferência na colheita mecanizada	53
4.3.1.	Produtividade do milho e massa seca de corda-de-viola.....	53
4.3.2.	Fluxo de alimentação, tempo de colheita, impurezas e perdas	56
4.3.3.	Análise econômica	60
5.	CONCLUSÕES	63
5.	REFERÊNCIAS	64
	Apêndice A	75
	Apêndice B	81
	Apêndice C	83

INTERFERÊNCIA DE *Ipomoea grandifolia* NA CULTURA DO MILHO

RESUMO - Entre as plantas daninhas importantes na cultura do milho, destacam-se as cordas-de-viola, sendo que a ocorrência crescente de espécies de *Ipomoea* tem causado preocupação e, dentre elas, tem-se *Ipomoea grandifolia*. Sendo assim, os objetivos deste estudo foram verificar a interferência de *I. grandifolia* no crescimento, acúmulo de massa seca, nutrição mineral e na produtividade do milho; determinar o período necessário de controle das plantas daninhas para evitar perdas significativas na produtividade; averiguar se essa comunidade interfere nas características biométricas e de pós colheita, verificar se a interferência decorre de efeitos negativos no processo de colheita mecanizada bem como determinar o impacto econômico sobre a cultura. Foram realizados dois experimentos simultâneos por dois anos agrícola, sendo um composto por 14 tratamentos denominado “Experimentos para períodos de interferência” e, outro paralelo composto por seis tratamentos denominado “Experimentos para interferência na colheita mecanizada”. Para o experimento de períodos, a cultura foi submetida a períodos crescentes de convivência e controle da comunidade infestante sendo estes: V₂, V₄, V₆, V₈, V₁₀ e V₁₂ e mais duas testemunhas; já para os experimentos de colheita mecanizada os tratamentos constituíram-se dos estádios crescentes de controle: V₂, V₄, V₆, V₈ e também duas testemunhas, ambos em delineamento em blocos casualizados. Os experimentos foram realizados a campo, recebendo sementeira de *I. grandifolia*. Para evitar interferência de outras espécies de plantas daninhas foram realizadas capinas seletivas. As plantas de *I. grandifolia* não interferiram no crescimento inicial da cultura do milho, mas, interferiram no acúmulo de massa seca e macronutrientes, porém não alterando os parâmetros biométricos da cultura, nem as características quantitativas das espigas. O período crítico de prevenção à interferência - PCPI compreendeu os períodos dos estádios V₄ ao V₁₂, considerando um nível de perda aceitável de 5%. As plantas de milho que permaneceram por um maior período convivendo com plantas de *I. grandifolia*, nos tratamentos no Mato, V₂ e V₄ no ano de 2016/17, foram afetadas negativamente, com menor produtividade, e prejudicaram a eficiência mecânica da colheita, aumentando o fluxo de alimentação, demorando um tempo maior para realização da operação nestes tratamentos; aumentaram também as impurezas (grandes números de sementes e restos vegetais de *I. grandifolia*), e as perdas foram significativamente maiores quando comparadas com os demais tratamentos. Economicamente, a manutenção da cultura no limpo facilitou a viabilidade da colheita, resultando em maiores ganhos econômicos para o produtor quando comparado com os tratamentos com menores ou nenhum período de controle.

Palavras-chave: Colheita mecanizada, convolvulaceae, macronutrientes, perdas, períodos de interferência, *Zea mays*.

INTERFERENCE OF *Ipomoea grandifolia* IN CORN CROP

ABSTRACT - Among the important weeds in the corn crop, we highlight the morning glory, and the increasing occurrence of *Ipomoea* species has caused concern, among which *Ipomoea grandifolia* stands out. Therefore, the objectives of this study were to verify the interference of *I. grandifolia* on growth, accumulation of dry mass, mineral nutrition and corn yield; determine the necessary period of weed control to avoid significant losses in productivity; to verify if this community interferes in the biometric and post-harvest characteristics, to verify if the interference stems from negative effects in the mechanized harvesting process as well as to determine the economic impact on the crop. Two simultaneous experiments were carried out per agricultural year in two consecutive years, being a compound of 14 treatments denominated "Experiments for interference periods" and another parallel composed by six treatments denominated "Experiments for interference in the mechanized harvesting". For the experiment of periods, the crop was submitted to increasing periods of coexistence and control of the infesting community, being these: V₂, V₄, V₆, V₈, V₁₀ and V₁₂ and two checks. For the mechanized harvesting experiments, the treatments consisted of increasing control stages: V₂, V₄, V₆, V₈ and also two checks, both in a randomized block design. The experiments were carried out in the field, receiving sowing of *I. grandifolia*. To avoid interference from other weed species, selective weeds were used. The plants of *I. grandifolia* did not interfere in the initial growth of maize, but, interfered in the accumulation of dry mass and macronutrients in the aerial part of the corn plant, but did not alter the biometric parameters of the crop, as well as the quantitative characteristics of the ears. Weed interference critical period was between V₄ and V₁₂ phenological stages of growth considering an acceptable loss level of 5%. The maize plants that stayed for a longer period living with *I. grandifolia* plants, in the treatments in the grass, V₂ and V₄ in the year 2016/17, were negatively affected as they decreased the corn productivity and impaired the mechanical efficiency of the harvest increasing the feed flow, taking more time to perform the operation in these treatments, also increased the impurities (large numbers of seeds and vegetable remains of *I. grandifolia*), and losses were significantly higher when compared to the other treatments. Economically, maintaining the crop in the clean facilitated the viability of the harvest, resulting in greater economic gains for the producer when compared to the treatments with smaller or no control period.

Keywords: Mechanized harvesting, convolvulaceae, macronutrients, losses, interference periods, *Zea mays*.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura é a atividade mais impactante no PIB brasileiro e o milho (*Zea mays* L) é uma das culturas mais importante. A cultura tem grande importância econômica e social tanto pelo valor nutricional, seu uso nas alimentações humana e animal e, como fonte de matéria-prima para a indústria, além de ser um alimento de baixo custo com viabilidade de cultivo tanto em grande quanto em pequenas propriedades.

Os maiores produtores mundiais de milho são: Estados Unidos (34,6%), China (20,8%) e Brasil (9,2%) e, os maiores exportadores de grãos são os Estados Unidos com 31,4% e o Brasil com 22,4% (FAO, 2017).

Segundo dados da CONAB (2019), a previsão para o milho de primeira safra é 5.104,3 mil hectares de área cultivada, sendo 0,4% de aumento em relação à safra passada, com produção prevista de 27,5 milhões de toneladas. Acrescentando a segunda safra, a produção total poderá atingir 91,2 milhões de toneladas, 12,9% superior à obtida em 2017/18. Porém, a cultura ainda apresenta baixa produtividade (média de 5.464 kg ha⁻¹), devido a inúmeros fatores, dentre os quais a interferência exercida pela presença de plantas daninhas assume grande importância.

A intensidade da interferência normalmente é avaliada por meio de decréscimos de produção e/ou pela redução no crescimento da planta cultivada. As perdas ocasionadas na cultura do milho em razão da interferência das plantas daninhas podem chegar a 85% quando não houver métodos de controle (Carvalho et al., 2007).

Dentre as plantas daninhas presentes nas áreas de cultivo do milho, as cordas-de-viola (*Ipomoea* spp.) vem assumindo grande importância. Estas plantas podem interferir diretamente devido à competição pelos fatores de crescimento disponíveis no ambiente, como CO₂, água, luz e nutrientes como também podem interferir de forma indireta, o que ocorre pela influência negativa sobre a colheita mecânica e tratos culturais.

As cordas-de-viola são consideradas grandes competidoras por nutrientes como observado por Carvalho et al. (2014) mas, elas também são importantes

competidoras por luz, as quais interferem na interceptação da radiação solar pela cultura, o que prejudica a fotossíntese e, provavelmente a produtividade, pois a presença destas plantas daninhas pode causar sombreamento, o que vai refletir no crescimento e desenvolvimento da cultura. Inclusive, como explica Cruz et al. (2010), a radiação solar é de extrema importância para a planta de milho, pois sem sua presença o processo fotossintético é inibido, impedindo a planta de expressar o seu máximo potencial produtivo.

Além do sombreamento, por estas plantas possuem hábito de crescimento trepador volúvel e ciclo biológico longo, acarretam sérios problemas na operação de colheita mecanizada, uma vez que seus ramos ainda verdes entrelaçados nos colmos da cultura do milho comprometem o rendimento operacional da colhedora, visto que, muitas vezes ocorre o embuchamento da máquina, obrigando o operador a parar constantemente para retirar os ramos da corda-de-viola.

Um dos entraves no controle das *Ipomoeas* spp. e que contribuem para seu estabelecimento nos bancos de semente é a dormência física das sementes que, faz com que a germinação ocorra em diferentes fluxos durante o ciclo do milho, dificultando o seu controle.

Outro entrave no controle das plantas do gênero *Ipomoea* é que em estádios mais avançados são tolerantes ao glifosato, e como o ciclo é geralmente mais longo que o da cultura, torna-se difícil a colheita em áreas altamente infestadas, aumentando o fluxo de alimentação da colhedora, podendo causar perdas e atrasos na operação de colheita além, de aumentarem significativamente a quantidade de impurezas (principalmente sementes) no produto colhido, resultante da grande quantidade de material vegetal que estará entrelaçada aos colmos dos milhos.

Sendo assim, as cordas-de-violas interferem no crescimento e desenvolvimento das plantas de milho com intensidade variável, podendo interferir direta e indiretamente durante todo processo produtivo da cultura.

Diante do relatado, a hipótese é que uma comunidade de plantas daninhas com predominância de corda-de-viola causa redução no crescimento, acúmulo de massa seca e macronutrientes na cultura do milho, e conseqüentemente na produtividade, além de reduzir a eficiência da colheita mecanizada, proporcionando perdas econômicas consideráveis.

OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve por objetivo geral, avaliar se há interferência direta e indireta de uma comunidade infestante em que *Ipomoea grandifolia* é a principal planta daninha, sobre a cultura do milho associando estes efeitos a fenologia da cultura.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar se uma comunidade infestante, em que a principal espécie é *I. grandifolia* interfere no crescimento, acúmulo de massa seca, na nutrição mineral e na produtividade do milho;

- Determinar o período necessário de controle das plantas daninhas para evitar perdas significativas na produtividade do milho;

- Verificar se uma comunidade infestante, em que a principal espécie é *I. grandifolia* interfere nas características biométricas das plantas de milho e quantitativa das espigas;

- Verificar se a interferência causada por uma comunidade infestante dominada por *I. grandifolia* decorre de efeitos negativos no processo de colheita mecanizada;

- Determinar o impacto econômico da interferência dessa comunidade sobre a cultura do milho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do milho

Na classificação botânica, o milho pertence à ordem Poales, família Poaceae (Gramineae), gênero *Zea* e espécie *Zea mays* L.. Comparada a outras espécies da família Poaceae, o milho apresenta pouca elasticidade de crescimento, quase nunca perfilha e efetivamente não tem aptidão de expansão foliar (Hanashiro et al., 2015).

É de origem do México, na América Central, e constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo, devido ao seu valor nutritivo, potencial produtivo e composição química. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial da cultura, perdendo apenas para Estados Unidos e China. Completam o grupo dos seis maiores produtores, União Europeia, Argentina e Índia, concentrando 76% (831 milhões de toneladas) da produção de milho do planeta, em 2016/2017 (USDA, 2018).

Segundo a CONAB (2019), a produção nacional na safra 2017/2018 foi de 80,8 milhões de toneladas e, para a atual safra a previsão é de 91,2 milhões de toneladas, aumento de 12,9%, numa área total de 16,6 milhões de hectares.

O milho se constitui no segundo grão brasileiro do agronegócio; sua produção está distribuída por todo o país, sendo cultivado em pequenas, médias e grandes áreas, e elevando a importância desta atividade, torna-se imprescindível que o manejo da cultura seja realizado, sempre buscando alcançar maiores produtividades (Glat, 2002).

Um dos pilares da produtividade é o milho híbrido e, em 2008 foi liberada a comercialização de milho geneticamente modificado no Brasil com o gene Bt, conferindo resistência a lagartas desfolhadoras. Além da resistência a lagartas, há também os transgênicos, com eventos para resistência a herbicidas não seletivos, como o glifosato e o glufosinato de amônio (Galvão et al., 2014).

Em relação as condições climáticas, a radiação solar é de extrema importância para a planta de milho, pois sem sua presença o processo fotossintético é inibido, impedindo a planta de expressar o seu máximo potencial produtivo (Cruz et al., 2010) e, por pertencer ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C₄, que se caracteriza pelo elevado potencial produtivo, o milho tem elevada produtividade

quando a máxima área foliar coincidir com a maior disponibilidade de radiação solar, desde que não haja déficit hídrico (Schlichting, 2012).

Segundo Gonçalves (2008), a planta possui interação muito grande com o ambiente, principalmente em relação à disponibilidade de água, a qual necessita em média de 600 mm para completar o seu ciclo.

O efeito da falta de água, associado à produção de grãos, é particularmente importante em três estádios de desenvolvimento da planta: iniciação floral e desenvolvimento da inflorescência (quando o número potencial de grãos é determinado), período de fertilização (quando o potencial de produção é fixado, nessa fase, a presença da água também é importante para evitar a desidratação do grão de pólen e garantir o desenvolvimento e a penetração do tubo polínico) e no enchimento de grãos (quando ocorre o aumento na deposição de matéria seca, o qual está intimamente relacionado à fotossíntese, sendo que o estresse vai resultar na menor produção de carboidratos, o que implicaria menor volume de matéria seca nos grãos) (Magalhães e Durães, 2006).

Mesmo sendo um dos grãos mais produzidos no mundo, a cultura do milho ainda apresenta baixa produtividade devido a inúmeros fatores, dentre os quais a interferência exercida pela presença de plantas daninhas assume grande importância e segundo Gantoli et al. (2013) é um dos maiores entraves para a produção mundial da cultura.

O controle inadequado dessas plantas é um dos principais fatores relacionados ao baixo rendimento da cultura do milho. As perdas podem ser da ordem de 10% a 80% (Pitelli, 1985), enquanto que Gantoli et al. (2013), atribuíram perdas de produtividade entre 38 e 65% pela interferência das plantas daninhas.

Os prejuízos econômicos provocados pelas plantas daninhas variam conforme a região e o cultivo em questão. Na região sudoeste do Paraná, por exemplo, Martin et al. (2011) identificaram em 2007 e 2008 que aproximadamente 94,08 e 88,24%, respectivamente, das lavouras foram pulverizadas com herbicidas, e evidenciaram a corda-de-viola como uma das principais plantas daninhas.

Sendo assim, para determinação de um manejo adequado das plantas daninhas é imprescindível identificar, quantificar a comunidade infestante e determinar

os períodos de interferência, para assim adotar práticas de manejo que favoreçam as culturas em detrimento às plantas daninhas (Gantoli et al., 2013).

2.2. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas

O milho é considerado um dos alimentos mais nutritivos que existem, com um grande potencial produtivo (Gurgel, 2018), porém, da mesma forma que em outras culturas, também sofre interferência das plantas daninhas que podem afetar seu desenvolvimento e o processo produtivo (Karam e Melhorança, 2007).

Nos cultivos atuais, a utilização de arranjos diferenciados de plantas, com menores espaçamentos entre fileiras e maior população, bem como o uso de híbridos com maior capacidade de desenvolvimento inicial e arquitetura moderna, permite que as plantas de milho sombreiem o solo mais rapidamente, reduzindo a capacidade competitiva das plantas daninhas (Galvão et al., 2014).

As plantas daninhas são, por definição, espécies que crescem espontaneamente em solos agrícolas e/ou em outras áreas de interesse onde não são desejadas (Silva et al., 2007). Essa presença indesejada, segundo Muller (1969), ocorre muitas vezes quando se observa que a planta cultivada sofre efeitos negativos em seu crescimento, desenvolvimento e produtividade. A soma desses efeitos denomina-se interferência.

Swanton et al. (2015) afirmam que a interferência pode ser direta e/ou indireta. A interferência direta dá-se na menor produtividade obtida, na menor qualidade do produto final e na não certificação de sementes. Por interferência indireta, entende-se a menor eficiência no uso da área, a hospedagem de pragas e doenças por plantas daninhas, a menor eficiência do trabalho humano, a obstrução de canais de irrigação, abrigo de animais peçonhentos, interferência no processo de colheita mecanizada, dentre outros.

Dentre as interferências diretas, a competição é a principal e pode ocorrer por nutrientes minerais essenciais, luz, água e/ou espaço (Bianchi et al., 2006). Pitelli (2014) cita que a competição em si pode ser definida como o recrutamento conjunto, por duas ou mais plantas, de recursos essenciais ao seu crescimento e desenvolvimento, os quais são limitados no ecossistema comum.

A redução do rendimento da cultura devido à competição estabelecida com as plantas daninhas pode variar de 12 até 100% (Almeida 1981; Blanco et al., 1976), em função da espécie, do grau de infestação, do tipo de solo, das condições climáticas reinantes no período, além do estágio fenológico da cultura.

Outro modo de interferência direta é a alelopatia, que se dá pelas interações químicas benéficas e prejudiciais entre plantas e microrganismos. Diferentemente da competição, nesse caso, não são extraídos elementos do meio e, sim, inseridos (Molisch, 1937).

As plantas daninhas também podem interferir devido ao parasitismo, mas no Brasil, em termos agrícolas, as plantas parasitas não têm grande expressão (Pitelli, 1987).

Em relação a interferência indireta, na operação de colheita mecanizada, Sales e Constantin (2000) relataram na cultura da soja que parte das perdas na cultura é pela presença de plantas daninhas e que, dependendo do nível de infestação, pode aumentar a quantidade de material estranho colhido, dificultando a trilha, separação e limpeza no processo de colheita. Além disso, as plantas daninhas podem provocar vibração nas plantas de soja no recolhimento, pelo fato de se entrelaçarem nessas plantas durante a ação giratória do caracol. Essas plantas daninhas podem ocasionar até 80% das perdas totais da colhedora durante a colheita.

Há uma série de fatores que interferem no grau de interferência entre as comunidades infestantes e as plantas cultivadas. O grau de interferência está ligado a fatores da própria cultura (espécie, cultivar, espaçamento, adubação e densidade de plantio), comunidade infestante (composição das espécies, densidade e distribuição), e época e extensão do período de convivência. Pode ainda ser afetado por condições climáticas, características do solo (edáficas) e tratos culturais (Pitelli, 1985).

Dentre os fatores ligados a comunidade infestante, as cordas-de-viola vem se tornando cada vez mais problemáticas no cultivo do milho. As espécies do gênero *Ipomoea*, pertencentes à família Convolvulaceae, caracterizam-se por plantas dicotiledôneas, com metabolismo fotossintético C₃, que se destacam como infestantes de ecossistemas. A família Convolvulaceae possui de 600 a 700 espécies no mundo e apresenta diversas características, dentre elas a produção de cerca de 50 a 300

diásporos por planta que, desse total, somente um pequeno percentual germina imediatamente, e os demais germinam aleatoriamente ao longo do tempo, (Kissmann e Groth, 1999) dando a elas característica de germinação escalonada, devido a sua dormência.

Dentre as espécies do gênero *Ipomoea*, algumas podem se apresentar como infestantes de culturas anuais e perenes, destacando-se *Ipomoea hederifolia*, *Ipomoea quamoclit*, *Ipomoea purpurea*, *Ipomoea grandifolia* e *Ipomoea nil* (Kissmann e Groth, 1999).

Na cultura de milho de sequeiro destaca-se a espécie *Ipomoea grandifolia* (Dammer) O'Donnell. As plantas dessa espécie são apreciadas como ornamentais por apresentarem flores intensamente coloridas e pelo fato de crescerem sobre obstáculos, são usadas também para cobrir caramanchões. Entretanto, essa espécie tornou-se importante infestante em diferentes culturas, dificultando principalmente a colheita (Kissmann e Groth, 1999).

Kissmann e Groth (1999) descrevem *Ipomoea grandifolia* como uma espécie de ciclo anual e herbácea. Essa espécie tem propagação via sementes, com germinação no fim do inverno, sendo seu ciclo até a maturação de 150 – 180 dias, podendo ser reduzido para 120 dias se a germinação ocorrer no verão. As folhas são simples, alternas e com limbo de formato irregular, com 4 – 8 cm de comprimento e 2 – 4 cm de largura. A coloração é verde, com uma pigmentação purpúrea – arroxeada. O fruto tem o formato de cápsula septífragas subglobosas, com apículo de 1,5 - 2,0 mm, 5 – 6 mm de altura e 5 – 7 mm de diâmetro, e coloração castanho – clara na maturação, que ocorre geralmente com 4 sementes.

Devido à grande quantidade de reservas que as sementes de corda-de-viola possuem, Martins et al. (1999) relataram que plantas de *I. grandifolia* não são controladas eficientemente pela presença de palhada. Azania et al. (2002) observaram que espécies de *Ipomoea* spp. ultrapassam com facilidade camadas de palha com densidades de até 20 t ha⁻¹ e, segundo Monqueiro et al. (2008) as espécies menos afetadas pela presença da palha podem ser selecionadas com o tempo, tornando-se problemáticas nestes tipos de ambiente.

Ainda relacionado as sementes, uma característica das cordas-de-viola que contribuem para seu estabelecimento nos bancos de semente é a dormência.

Dormência, segundo Egley (1995), é a incapacidade do embrião reassumir o nível de crescimento necessário para a emissão da raiz primária, mesmo na ausência de fatores de inibição e na presença de condições ambientais favoráveis à germinação. O tipo de dormência das convolvuláceas é física, causada pela impermeabilidade das sementes por água (Baskin, 1998 e Baskin, 2004, citados por Jayasuriva, 2007). Portanto, devido a dormência, a germinação e a emergência ocorrerem em fluxos, torna-se difícil à tomada de decisão sobre o momento ideal de intervenção com métodos de manejo e controle dessas espécies.

Já em relação à época e extensão do período de convivência, talvez, dentre os fatores que mais influenciam o grau de interferência, o mais importante seja, o período em que a comunidade infestante e a cultura estão disputando os recursos do meio (Kozlowski et al., 2002).

Os períodos de interferência das culturas agrícolas identificam os períodos em que a cultura pode ou não apresentar prejuízos na sua produtividade devido à convivência com as plantas daninhas. Os períodos são estabelecidos pela combinação de dois estudos: o primeiro avalia o efeito da presença das plantas daninhas com a cultura, desde a emergência, por períodos crescentes de tempo e, depois de cada período a cultura é mantida livre das plantas daninhas no restante do ciclo. O segundo estudo, objetiva avaliar o efeito na produtividade da cultura, quando está é mantida livre das plantas daninhas após períodos crescentes após a emergência e, depois de cada período as plantas daninhas crescem livremente até o final do ciclo da cultura (Zimdahl, 2004).

Os períodos de interferência foram definidos por Pitelli e Durigan (1984), sendo estes: o período anterior à interferência (PAI), período total de prevenção a interferência (PTPI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI). Estes períodos são obtidos através de curvas de regressão que relacionam o rendimento da cultura em função dos tempos de ausência e presença das plantas daninhas.

O PAI consiste no período em que a cultura, a partir da emergência ou plantio, pode conviver com a comunidade de plantas daninhas antes que a interferência se instale de maneira definitiva e reduza significativamente a produtividade da lavoura. Neste período, a mobilização dos recursos pela cultura e comunidade infestante é baixa e não suplanta a capacidade do meio em disponibilizá-los (Pitelli e Durigan,

1984). Teoricamente, o final do período anterior à interferência seria a época ideal para o primeiro controle das plantas daninhas.

Durante o PAI ocorre a germinação dos primeiros fluxos de plantas daninhas, muitas vezes beneficiados pela elevada umidade que se encontra no solo na época de semeadura. Sendo que, após esse período, há redução da densidade e aumento da massa seca das plantas daninhas emergentes nestes períodos, e no caso das corda-de-viola, quanto maior o acúmulo de massa, devido ao hábito volúvel, maior serão os danos no processo de colheita (Raimondi et al., 2014). Dessa forma, em termos de manejo de plantas daninhas, segundo Pitelli (1985), o PAI torna-se o período de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente prejudicada.

Sendo assim, ações de controle inicial da comunidade infestante tornam-se importantes para reduzir a densidade das espécies infestantes, sua capacidade de acúmulo de matéria seca e de mobilização de recursos para evitar perdas de rendimento na cultura do milho (Kozlowski et al., 2009).

O PTPI é o período, a partir da emergência ou do plantio, em que a cultura deve ser mantida livre da presença da comunidade infestante, para que sua produtividade, qualidade da produção ou outra característica, não sejam alteradas negativamente. As capinas ou o poder residual dos herbicidas deve abranger este período para que a produção não seja afetada significativamente (Pitelli e Durigan, 1984). Kozlowski (2002) encontrou PTPI para a cultura do milho que abrangeu da emergência do milho até o estágio V₇.

O PCPI é o período situado entre o PAI e o PTPI. Neste período deve ocorrer à aplicação das medidas de controle na comunidade infestante, para evitar que a interferência se instale de maneira definitiva, sob pena de redução da produtividade das culturas agrícolas acima de níveis de danos econômicos aceitáveis. Segundo Kavaliauskait e Bobinas (2006), o PCPI se refere ao estágio de crescimento das culturas agrícolas que são mais vulneráveis à competição imposta pelas plantas daninhas. No entanto, quando o PAI for maior que o PTPI, não há PCPI e um único controle em qualquer época no PAI será suficiente para prevenir as perdas de produtividade das culturas agrícolas (Bachega et al., 2013; Silva e Durigan, 2009).

O período crítico de competição é o período de tempo em que medidas de controle são necessárias para evitar a continuidade da interferência entre a cultura e as plantas daninhas, evitando perdas no rendimento. Entretanto, esse período deve ser considerado um estágio de desenvolvimento da cultura em relação às plantas daninhas e não como um período de tempo definido (Radosevich e Holt, 1984).

A utilização prática da fenologia é assegurada por inúmeros estudos que permitem o estabelecimento de correlações entre a ocorrência de eventos fisiológicos e bioquímicos na planta com seus aspectos morfológicos, como número e tipos de folhas, presença de estruturas reprodutivas e frutos, oferecendo maior segurança e precisão nas ações de manejo e de pesquisa. Portanto, a continuidade da geração de informações e de recomendações de manejo, notadamente no que concerne à avaliação do período crítico de interferência, fundamentado em escala de dias após a emergência, pouco acrescenta para a elucidação do problema, além de contribuir para conclusões equivocadas (Fancelli e Dourado Neto, 2000).

As recomendações de manejo para a cultura do milho baseadas em escala de tempo têm contribuído para a redução da eficiência no uso de insumos e defensivos, especialmente herbicidas, como também tem ocasionado equívocos na preservação de etapas importantes de definição de produção e rendimento por parte da planta. Assim, visando o desenvolvimento de uma agricultura mais tecnicada e científica, torna-se imprescindível o emprego de conhecimentos de fenologia, o que permite avaliar o grau de influência dos fatores envolvidos na produção, bem como estabelecer estratégias de manejo condizentes com os estádios de desenvolvimento da planta (Kozlowski, 2002).

Kozlowski (2002) verificou que o período anterior à interferência ocorreu da emergência da cultura do milho até o estágio fenológico de 2 folhas (V_2), ao passo que o período total de prevenção da interferência ocorreu da emergência do milho até o estágio de 7 folhas (V_7), de modo que o período crítico de prevenção da interferência correspondeu ao período compreendido entre os estádios fenológicos de 2 (V_2) a 7 (V_7) folhas totalmente expandidas. Portanto, para obter os máximos rendimentos é necessário que a cultura fique na ausência das plantas daninhas durante esse período de tempo. Resultados obtidos em outros trabalhos indicaram que o período crítico de

prevenção da interferência ocorreu entre os estádios fenológicos V_2/V_3 até V_{12} (Defelice, 2001 citado por Kozłowski, 2002).

Volpe et al. (2011) encontraram o período crítico de competição para a cultura do milho, em condições normais, em média, correspondente ao período entre o estádio V_3 (terceira folha verdadeira) e V_{12} (décima segunda folha verdadeira). Esse é o período entre a emergência das plântulas e a diferenciação da espiga, momento em que se define o potencial de grãos da lavoura.

Embora tenham estudos com relação ao período de controle (Kozłowski, 2002), aos métodos de controle (Chiovato et al., 2007) e ao dano econômico (Vidal et al., 2004) das plantas daninhas, elas ainda merecem toda a atenção quanto a seu convívio ou controle para a manutenção da produtividade.

O manejo das plantas daninhas na cultura do milho é essencial para aumentar os índices produtivos, redução de custos desta lavoura, e facilidade para execução de outras práticas de manejo, prevenindo a ocorrência de perdas em patamares elevados (Gantoli et al., 2013).

2.3. Acúmulos de nutrientes

Os nutrientes são importantes para as plantas porque fazem parte da sua estrutura e dos seus metabólitos, principalmente os macronutrientes que são exigidos em maiores quantidades, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) (Marques, 2015).

A indisponibilidade dos macronutrientes limita o crescimento da planta (Souza et al., 2012), provocando desbalanço nutricional e reduções nos parâmetros vegetativos da parte aérea e das raízes, culminando em alterações morfológicas, traduzidas como sintomas característicos de deficiência de cada nutriente (Puga et al., 2010).

O acúmulo de nutrientes nas plantas reflete a exigência nutricional, que representa as quantidades de macro e micronutrientes que estas retiram do solo ao longo do cultivo, para atender todas as fases de desenvolvimento, expressando em colheitas adequadas. O acúmulo de nutriente pode ser considerado em função da

fertilidade do solo e/ou adubação, da espécie ou cultivar, do clima e dos tratos culturais (Prado, 2008).

Um aspecto relevante na dinâmica dos nutrientes consiste no fato que as plantas daninhas interferem no acúmulo de nutrientes das culturas agrícolas e a comunidade infestante leva vantagem nessa competição, reduzindo a produção da cultura por apresentar características peculiares relacionadas ao tempo de emergência, forma de crescimento e densidade de plantas (Ross e Lembi, 2008).

Desta forma, o incremento no fornecimento de nutrientes, sem manejo adequado das plantas daninhas, pode favorecê-las em detrimento à cultura. Procópio et al. (2005) observou resposta positiva à adição de fósforo no acúmulo de massa seca total das plantas daninhas *Euphorbia heterophylla*, *Bidens pilosa* e *Desmodium tortuosum*. Dentre estas espécies, *D. tortuosum* foi a espécie que melhor respondeu a esse aumento, apresentando maior teor de fósforo em seus tecidos.

Plantas de *Merremia aegyptia* por exemplo, apresentaram o máximo acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente de 2.888, 288, 2.897, 2.579, 554 e 225 mg por planta, e o de plantas de *Solanum americanum* foi de 5.462, 540, 6.581, 3.751, 1.341 e 613 mg por planta (Martins et al., 2010).

Carvalho et al. (2014), estudando o acúmulo de macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*, mostram que o teor de nitrogênio em plantas de *I. hederifolia* foi maior que em plantas de milho. Esse resultado indicou que a planta daninha foi mais exigente em nitrogênio. Em relação ao potássio, plantas de *I. hederifolia* também foram um pouco mais exigentes. Os teores dos demais macronutrientes estiveram dentro da amplitude de variação de cada nutriente, em ambas as espécies, indicando que a exigência foi similar entre as plantas. Contudo, considerando que as plantas de milho acumularam cerca de cinco vezes mais massa seca que as de *I. hederifolia*, o que influenciou o acúmulo de macronutrientes pelas espécies, evidenciou-se que, o potencial de extração de nutrientes pela cultura do milho foi expressivamente maior que pela planta daninha, para todos os nutrientes estudados. Porém, apesar de, individualmente, a planta daninha ter acumulado muito menos massa seca e macronutrientes que a cultura do milho, é importante destacar que a maioria das plantas daninhas, tem sua população, ou seja, o conjunto de indivíduos, como base do potencial de interferência e não um indivíduo em separado.

Sendo assim, é muito importante conhecer a capacidade de extração de nutrientes do solo pelas plantas daninhas e compará-las com as das plantas cultivadas, para que, assim, se possa compreender melhor a interação entre a planta cultivada e a planta daninha, podendo inferir a dinâmica da interferência das espécies envolvidas na interação (Carvalho et al., 2014).

2.4. Interferência de plantas daninhas na colheita mecanizada do milho

Para se tornar financeiramente viável, uma unidade produtora deve possuir uma alta produtividade e uma tecnologia que consiga retirar com eficiência e agilidade os grãos produzidos pela cultura. Nesse ponto, a colheita mecanizada vem se aperfeiçoando cada vez mais, buscando diminuir as perdas de grãos no campo, realizando o trabalho cada vez mais rápido (Loureiro et al., 2012).

A colheita, no ano de 1944, era realizada de forma totalmente manual e representava um custo elevado para o produtor (Galvão et al., 2014). Este tipo de colheita é aplicável em pequenas áreas e sob condições econômicas e/ou técnicas que inviabilizem o emprego de máquinas, nas quais a finalidade principal da produção seja a subsistência do agricultor e de sua família (Balastreire, 1987). Neste tipo de colheita, por exemplo, a presença da espécie *Mimosa invisa*, popularmente conhecida como malistra ou dormideira, pode provocar ferimentos nas mãos dos trabalhadores.

Nos dias atuais, as colhedoras automotrizes estão presentes nas mais variadas regiões de cultura do milho, dispendo-se, por vezes, de alta tecnologia e excelente desempenho na operação. Esta alta tecnologia empregada na colheita representa mais de 10% dos custos com a implantação e condução da lavoura de milho, o que não exclui as perdas decorrentes do processo (Galvão et al., 2014).

Na colheita do milho, comumente utiliza-se o processo direto, em que uma só máquina é responsável por todas as etapas e essa máquina é denominada combinada. A colheita mecanizada de cereais envolve as etapas de corte, alimentação, trilha, separação e limpeza (Griffin, 1991).

Como a colheita é a operação final de campo do processo produtivo, os fatores que interferem na mesma devem ser observados e avaliados atentamente para reduzir ao mínimo as perdas nessa etapa (Cortez et al., 2009). Na colheita

mecanizada de milho, podem ocorrer perdas que reduzem a produtividade, diminuem a rentabilidade e podem causar grandes prejuízos ao produtor (Bertonha et al., 2012).

As perdas na colheita são influenciadas por fatores inerentes à cultura e à colhedora (Carvalho Filho et al., 2005), podendo-se citar: mau preparo do solo, inadequação da época de semeadura, espaçamento e densidade de plantas, cultivares inadequadas, ocorrência de plantas daninhas, atraso na colheita, umidade dos grãos incorreta, velocidade de deslocamento da colhedora, falta de treinamento dos operadores, regulagem inadequada, mau estado de conservação do maquinário e falta de monitoramento das perdas (Davis, 1964; Balastreire, 1990; Silva et al., 1998; Vallerio, 2005 e EMBRAPA, 2006).

Em relação a ocorrência de plantas daninhas, existem aquelas que, além de competirem por recursos do meio, também interferem no processo de colheita mecânica, podendo causar embuchamento da colhedora, devido a seu hábito trepador (Karam et al., 2011), como é o caso das plantas do gênero *Ipomoea*, que vem se tornando um problema cada vez maior no cultivo do milho, gerando perdas cada vez maiores.

Por possuírem ciclo biológico longo, acarretam problemas na colheita, uma vez que seus ramos se entrelaçam no colmo da cultura (Kissmann e Groth, 1999), comprometendo o rendimento operacional da colhedora.

A colheita mecânica, quando realizada em lavouras com alta infestação de corda-de-viola (*Ipomoea* spp.) pode ser inviabilizada, pois a máquina não consegue operar devido ao embuchamento dos componentes da plataforma de corte. As plantas de *Ipomoea* têm um hábito de crescimento volúvel com hastes flexíveis e robustas, o que permite escalar as plantas cultivadas, diminuindo a disponibilidade de luz e reduzindo a eficiência mecânica da colheita (Pagnoncelli et al., 2017). Portanto, as plantas de *Ipomoea* spp., além de serem importantes competidoras com as plantas de milho, são muito prejudiciais durante a colheita, em função do seu hábito de crescimento.

Diante do exposto, sabe-se que, as cordas-de-viola interferem no processo de colheita, mas não são encontrados trabalhos na literatura que quantifiquem essa interferência na colheita mecanizada na cultura do milho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de instalação e clima

A pesquisa constou de quatro experimentos, realizados em dois anos agrícolas, em duas safras consecutivas: 2016/2017 e 2017/2018, ambos no município de Jaboticabal-SP, em área experimental localizada na FEPE (Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão) pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, localizada no município de Jaboticabal – SP, nas coordenadas: latitude 21°14'56"S e longitude 48°17'09"W, com altitude média de 569 m.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, subtropical úmido, com estiagem no período do inverno. Os dados de precipitação acumulada (mm) e temperatura média (°C) de 10 em 10 dias, da semeadura ao estágio fenológico R₆ (estádio em que todos os grãos na espiga alcançaram o máximo de acumulação de peso seco em 13/03/2017 e 05/03/2018 respectivamente para os dois anos agrícolas) estão apresentados nas Figura 1 e 2 a fim de auxiliar na interpretação dos resultados. Os dados diários da semeadura até a colheita estão no Apêndice A.

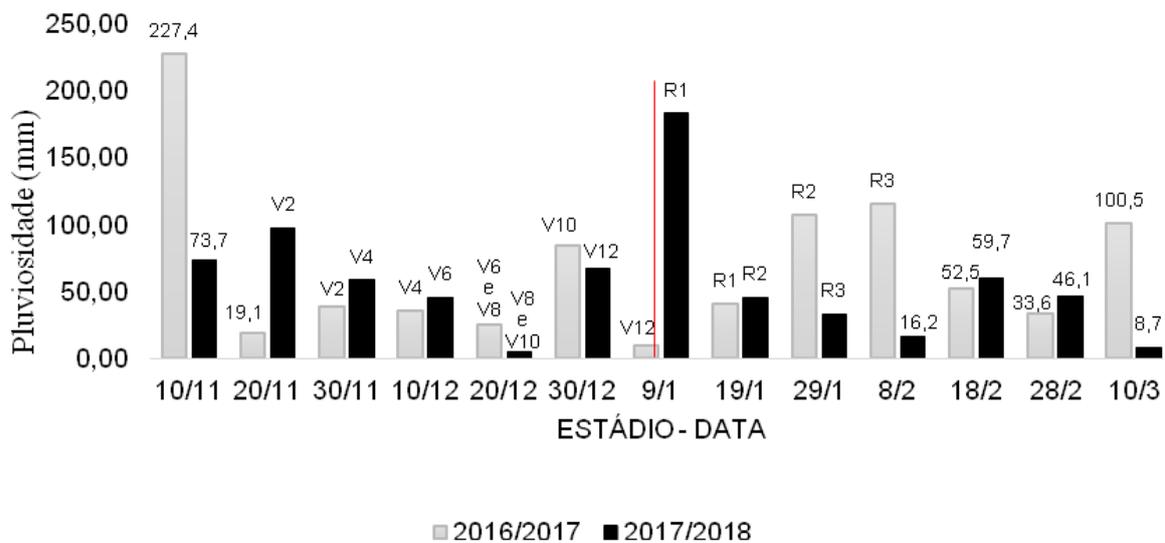


Figura 1. Precipitação pluviométrica acumulada a cada 10 dias no período da condução dos experimentos nos anos de 2016/17 e 2017/18, e sua correlação com o estágio fenológico da cultura. Jaboticabal, SP, 2019.

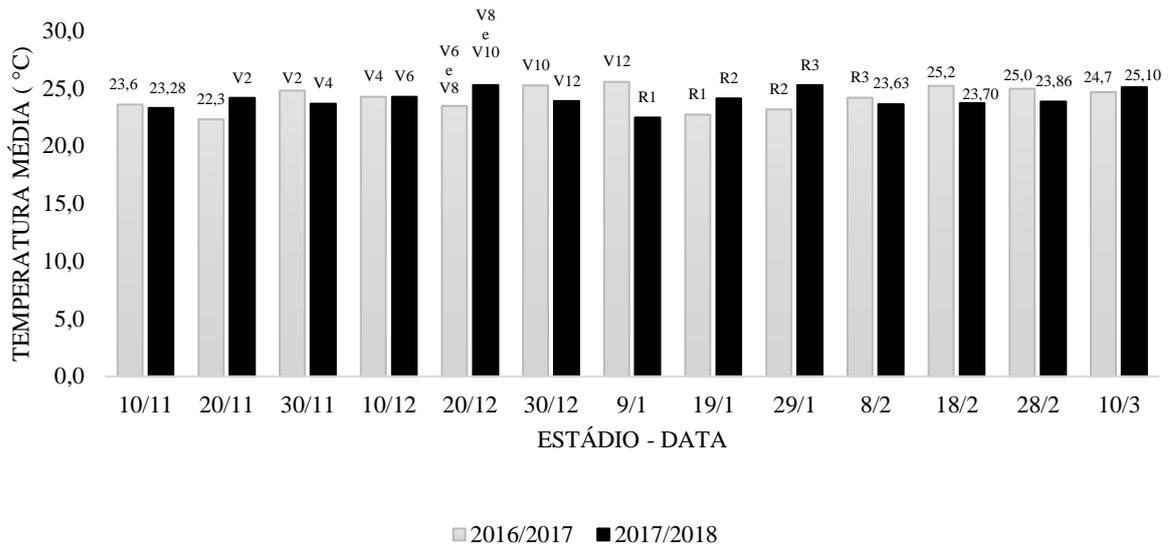


Figura 2. Temperatura média a cada 10 dias no período da condução dos experimentos nos anos de 2016/17 e 2017/18, e sua correlação com o estágio fenológico da cultura. Jaboticabal, SP, 2019.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Eutroférico Típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado, conforme EMBRAPA (1999), que foi submetido às análises química de rotina, cujos resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental. Jaboticabal, SP, 2019.

Experimento	pH	M.O.	P	S	Ca	Mg	K	H+Al	S.B.	CTC	V
	CaCl ₂	$\frac{g}{dm^{-3}}$	--mg dm ⁻³ --		-----mmol _c dm ⁻³ -----					%	
2016/2017	5,7	28	47	7	38	14	8,8	25	60,9	86,1	71
2017/2018	5,9	26	53	9	41	17	7,3	22	63,3	85,0	77

M.O.: matéria orgânica; SB: soma de bases; V: saturação por bases do solo.

Em relação às características físicas do solo, este possui 191 g kg⁻¹ de areia total, sendo 105 g kg⁻¹ de areia grossa e 86 g.kg⁻¹ de areia fina. Possui também 577 g kg⁻¹ de argila e 232 g kg⁻¹ de silte.

Nos anos agrícolas de 2016/17 e 2017/18 o solo foi preparado utilizando grade pesada e grade niveladora. A adubação de semeadura do milho foi de 350 kg ha⁻¹ da fórmula 4-20-20 + Zn 0,3 no primeiro ano, e 350 kg ha⁻¹ de 8-28-16 no segundo ano.

Na adubação de cobertura, para os dois anos, as plantas estavam nos estádios V₅ e utilizou-se 300 kg ha⁻¹ de uréia (46% de nitrogênio). Durante o ciclo da cultura, foi necessário realizar apenas o controle de formigas.

As sementeiras foram realizadas em 16/11/2016 e 07/11/2017, utilizando-se o mesmo híbrido 2B710 DOW RR Bt em espaçamento de 0,9 m entre linhas e densidade média de 6 sementes por metro, em todos os experimentos. Do dia da sementeira à emergência (considerando 80% das plantas emergidas) ambos os experimentos somaram 6 dias, sendo esta nas datas: 22/11/2016 e 13/11/2017, respectivamente.

3.2. Tratamentos e delineamento experimental

Em cada ano agrícola foram instalados dois experimentos, sendo um composto por 14 tratamentos denominado “Experimentos para períodos de interferência” e, outro paralelo composto por seis tratamentos denominado “Experimentos para a interferência na colheita mecanizada”.

3.2.1. Experimentos para períodos de interferência

Os tratamentos foram separados em dois modelos de interferência das plantas daninhas: um, inicialmente no mato (Mato), em que a cultura conviveu com a comunidade infestante por períodos crescentes e, outro, inicialmente no limpo (Limpo), em que a cultura foi submetida a períodos crescentes de controle da comunidade infestante. Ambos os modelos de interferência foram aplicados em diferentes estádios fenológicos de desenvolvimento da cultura do milho sendo estes: V₂, V₄ (definição da produção potencial), V₆ (ponto de crescimento e o pendão estão acima do solo), V₈ (definição do número de fileiras de grãos), V₁₀ e V₁₂ (definição do número de óvulos em cada espiga e tamanho de espigas), ou seja, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 folhas totalmente expandidas (Ritchie et al., 1993) e mais duas testemunhas com todo o ciclo, no limpo e no mato. Os tratamentos assim como os dias após a sementeira (DAS) foram conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Descrição dos tratamentos experimentais. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Períodos de convivência	DAS		Períodos de controle	DAS	
	(Mantidos no Mato)	2016/17	2017/18	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	0	0	0-Colheita	170	177
2	0 - V ₂	14	13	---	---	---
3	0 - V ₄	21	20	---	---	---
4	0 - V ₆	26	29	---	---	---
5	0 - V ₈	33	36	---	---	---
6	0 - V ₁₀	42	43	---	---	---
7	0 - V ₁₂	50	50	---	---	---
8	0-Colheita	170	177	0 (Mato)	0	0
9	---	---	---	0 - V ₂	14	13
10	---	---	---	0 - V ₄	21	20
11	---	---	---	0 - V ₆	26	29
12	---	---	---	0 - V ₈	33	36
13	---	---	---	0 - V ₁₀	42	43
14	---	---	---	0 - V ₁₂	50	50

As datas da semeadura até os estádios vegetativos V₂, V₄, V₆, V₈, V₁₀ e V₁₂ para o ano agrícola 2016/17 foram respectivamente: 30/11/2016, 07/12/2016, 12/12/2016, 19/12/2016, 28/12/2016 e 05/01/2017. Para o ano 2017/18 foram: 20/11/2017, 27/11/2017, 06/12/2017, 13/12/2017, 20/12/2017 e 27/12/2017.

Assim, os tratamentos experimentais foram constituídos de seis períodos crescentes de convivência, seis períodos de controle das plantas daninhas, e mais duas testemunhas, uma com todo o ciclo mantida no limpo, e outra com todo ciclo mantida em convivência com predominância de corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), totalizando 14 tratamentos. A distribuição das parcelas e tratamentos obedeceu ao delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram compostas por cinco linhas de milho, com seis metros de comprimento e espaçadas de 0,9 m, sendo as duas linhas laterais consideradas como bordadura, totalizando 16,2 m² como área útil.

3.2.2. Experimentos para interferência na colheita mecanizada

Os tratamentos experimentais constaram de períodos crescentes de controle de uma comunidade de plantas daninhas com predominância de corda-de-viola

(*Ipomoea grandifolia*) na cultura do milho, a saber: V₂, V₄ (definição da produção potencial), V₆ (ponto de crescimento e o pendão estão acima do solo), V₈ (definição do número de fileiras de grãos), ou seja, 2, 4, 6 e 8 folhas totalmente expandidas (Ritchie et al., 1993) e mais duas testemunhas, uma com todo o ciclo mantida no Limpo, e outra com todo o ciclo em convivência com a corda-de-viola. A descrição dos tratamentos bem como os dias após a semeadura (DAS) de cada experimento nos dois anos agrícola (2016/17 e 2017/18) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos experimentais e dias após a semeadura (DAS). Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Períodos de controle	DAS	
		2016/2017	2017/2018
1. Mato	0	0	0
2.V ₂	0 - V ₂	14	13
3.V ₄	0 - V ₄	21	20
4.V ₆	0 - V ₆	26	29
5.V ₈	0 - V ₈	33	36
6. Limpo	0 - Colheita	170	177

Assim, os tratamentos experimentais foram constituídos de seis períodos crescentes de controle e a distribuição das parcelas e tratamentos obedeceu ao delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. Cada parcela experimental ocupou uma área de 270 m² (5,4 x 50 m) sendo as duas linhas laterais consideradas como bordadura e, entre as parcelas, no sentido longitudinal, foi reservado espaço de 10 m destinado à realização de manobras e tráfego de máquinas.

A infestação de corda-de-viola para ambos os experimentos nas duas safras agrícolas foi realizada de forma artificial. Um dia antes de cada semeadura das cordas-de-viola, as sementes de *I. grandifolia* foram escarificadas (Pazuch et al., 2014 adaptada) e, no dia seguinte, semeadas nas parcelas de forma a obter a densidade média de pelo menos 8 plantas m⁻². Para a semeadura, foi feito um sulco raso entre duas linhas de cultivo, no meio da entrelinha, as sementes foram depositadas e, posteriormente, cobertas com solo.

Para manter a predominância de corda-de-viola na área durante a condução dos experimentos, além da sementeira da corda-de-viola, as demais plantas daninhas foram removidas por meio de capina manual ou arranquio logo que emergiam.

3.3. Parâmetros avaliados

3.3.1. Experimentos para períodos de interferência

3.3.1.1. Caracterização da comunidade infestante

As avaliações de caracterização da comunidade infestante, densidade e massa seca (MS), foram realizadas com auxílio de um quadro metálico vazado com área de 0,25 m². Após o término do período de convivência referente a cada tratamento (V₂, V₄, V₆, V₈, V₁₀ e V₁₂), foi realizada a amostragem das plantas de *I. grandifolia* presentes na área útil lançando-se o quadro três vezes em cada parcela (totalizando 3 m² por tratamento). Na área abrangida pelo quadro de amostragem, as plantas daninhas foram coletadas, identificadas e quantificadas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de renovação de ar a 65^o C, por 72 horas.

Nos tratamentos com períodos iniciais de controle, as avaliações foram efetuadas apenas no final do experimento (final do ciclo do milho). Para obtenção da massa seca, foram realizadas amostragens lançando-se o quadro duas vezes na área útil em cada parcela (totalizando 2 m² por tratamento). Adotou-se dois quadros devido à dificuldade de trabalho por causa do entrelaçamento das cordas-de-viola nas plantas de milho. Na área abrangida pelo quadro de amostragem, as partes das plantas daninhas sobre o solo e as que estavam entrelaçadas nas plantas de milho foram coletadas, colocadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa de renovação de ar a 65^o C, por 72 horas. Devido à grande quantidade e ao entrelaçamento, consequência do hábito de crescimento das plantas de corda-de-viola, não foi possível quantificá-las.

Após secagem das plantas daninhas, foi determinada a massa seca com o uso de uma balança com precisão de 0,01 g. Com os dados obtidos foi feita a caracterização da comunidade infestante de acordo com a densidade e massa seca.

3.3.1.2. Crescimento das plantas de milho

Foram realizadas coletas, ao acaso, de três plantas de milho, cortadas rente à superfície do solo, sempre na mesma linha lateral externa dentro da parcela, nas mantidas no limpo e, em cada diferente estágio de desenvolvimento crescentes de convivência do milho: V_2 , V_4 , V_6 , V_8 , V_{10} e V_{12} . Logo após a coleta das plantas determinou-se o comprimento destas, medido da base até a última lígula visível (cm) com auxílio de uma trena graduada em centímetros, o diâmetro elíptico do colmo (mm) com auxílio de paquímetro digital, posteriormente as folhas foram retiradas para obtenção da área foliar obtida através do equipamento LI-3100 Area Meter (cm²).

Os gráficos foram feitos com auxílio do “software” Origin ® (ORIGINALLAB CORPORATION - USA).

3.3.1.3. Acúmulo de massa seca e macronutrientes nas plantas de milho

Foi feita a coleta ao acaso de três plantas de milho, cortando-as rente ao solo, na linha lateral externa à área útil, nas parcelas no limpo e no mato, em cada diferente estágio de desenvolvimento do milho V_2 , V_4 , V_6 , V_8 , V_{10} e V_{12} no momento de cada respectiva avaliação e, nos estádios reprodutivos R_1 (determinação do número de óvulos fertilizados), R_2 (Grão Bolha D'água) e R_3 (Definição da densidade dos grãos).

As plantas coletadas foram separadas em colmo, folhas (sem bainha), pendão e espigas e, lavadas em água corrente. Após a lavagem, os materiais vegetais foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados, para posterior secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, quando foi determinada a massa seca das diferentes partes das plantas. O material vegetal seco foi pesado em balança com precisão de 0,01g e moído em micro moinho tipo Willey, 60 mesh, e armazenado em sacos de papel devidamente fechados para evitar troca de umidade com o ambiente. Amostra do material moído foi utilizada para a determinação dos teores de macronutrientes nas diferentes partes da planta.

As amostras foram submetidas à digestão sulfúrica para determinação de nitrogênio e digestão nitroperclórica para os demais macronutrientes. A análise dos

teores de macronutrientes nas diferentes partes da planta foi realizada através de metodologias específicas.

Os teores de nitrogênio total (N_{total}) e de fósforo (P) foram determinados pelos métodos, semi-microkjedahl e colorimétrico do ácido fosfovanadato-molibdico, respectivamente (Sarruge e Haag, 1974). Os teores de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Jorgensen, 1977) e o teor de enxofre (S) foi determinado pelo método turbidimétrico (Vitti, 1989).

Os dados de acúmulos dos macronutrientes para cada uma das partes da planta foram determinados multiplicando-se os teores dos macronutrientes pela massa seca correspondente. O acúmulo total foi obtido por meio do somatório dos acúmulos das diferentes partes da planta (colmo, folhas, pendão e espiga), enquanto o teor total de cada nutriente absorvido pela planta foi obtido pela relação entre o acúmulo total do nutriente e a massa seca total acumulada pela planta.

A tendência geral dos acúmulos de massa seca e dos macronutrientes pela cultura submetida aos grupos de tratamentos no limpo e no mato foi avaliada por meio de modelos de regressão. Para o cálculo do acúmulo total teórico de massa seca e dos macronutrientes total foi utilizado o modelo de regressão polinomial:

$$Y = \exp(a + bx + cx^2), \text{ no qual:}$$

Y: acúmulo de massa seca ou macronutrientes;

X: dias após a semeadura (DAS).

Desta forma, foram ajustadas as curvas de acúmulos em função dos dias após a semeadura, acrescidos dos estádios fenológicos da planta, de modo a refletir a tendência do comportamento do milho em relação à massa seca e acúmulo do nutriente estudado. A análise de acúmulo de massa seca e dos macronutrientes, foram efetuadas com auxílio do “software” Statística e, a confecção dos gráficos, determinação dos pontos de inflexão e de máximo acúmulo foram efetuadas no Excel. O ponto de inflexão representa o estágio do ciclo de desenvolvimento da planta em que a taxa de acúmulo diário de massa seca ou de macronutrientes atingiu o valor máximo e, a taxa de acúmulo diário é crescente até o ponto de inflexão.

3.3.1.4. Análise da produtividade e períodos de interferência

No final do ciclo da cultura do milho, realizou-se a colheita das espigas presentes em duas linhas da área útil da parcela (12 metros). O material colhido foi debulhado, pesado e, realizado o ajuste da massa de grãos para 13% de umidade, que foram convertidas para kg ha⁻¹. Os dados de produtividade total foram submetidos à análise de regressão sigmoideal, segundo o modelo de Boltzmann:

$$Y=A_2+[(A_1-A_2) / (1+e^{-(X-X_0)/DX})]$$

Em que:

Y: a produtividade estimada de grãos expressa em kg ha⁻¹ em função dos períodos de convivência;

X: o limite superior do período de convivência ou controle (dias);

A₁: a produtividade máxima obtida nas parcelas mantidas no limpo durante todo o ciclo;

A₂: a produtividade mínima decorrente das parcelas mantidas no mato durante todo o ciclo;

X₀: indica limite superior do período de convivência que corresponde ao valor intermediário entre produtividade máxima e mínima;

DX: o parâmetro que indica a velocidade de perda ou ganho de produtividade (tg α no ponto X₀).

As análises de regressão foram obtidas com o uso do programa Origin® Pro 9.0 (ORIGINALLAB CORPORATION, USA) para os tratamentos mantidos no limpo e para os tratamentos mantidos no mato. Com base nas equações de regressão, estimou-se o período anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção à interferência (PTPI) e o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) na cultura do milho, aceitando o nível arbitrário de 5% de redução de produtividade.

3.3.1.5. Biometria da cultura do milho e avaliações quantitativas de pós-colheita em espigas

Antes de iniciar os processos de colheita, foram realizadas avaliações biométricas da cultura do milho em 10 plantas por parcela. Para tais, foram realizadas medições de altura total de plantas, as quais foram medidas desde o nível do solo até o ápice da planta (AT, em m), altura de inserção da primeira espiga (AIPE, em m), ambas com auxílio de uma trenam graduada em cm e, o diâmetro elíptico de colmo (DC, em mm) utilizando um paquímetro digital.

Posteriormente foram coletadas manualmente 10 espigas dessas plantas e realizadas as avaliações quantitativas de pós-colheita avaliando-se: comprimento de espiga (CE - cm) com auxílio de uma régua graduada, diâmetro de espiga (DE - mm) no terço mediano, com um paquímetro digital, o número de fileiras por espiga, grãos por fileira e massa de 1000 grãos. A massa de mil grãos foi estimada a partir da pesagem de 300 grãos de cada parcela. As espigas, após analisadas foram incorporadas ao peso da parcela.

3.3.2. Experimentos para interferência na colheita mecanizada

3.3.2.1. Biometria da cultura do milho e avaliações quantitativas de pós-colheita em espigas

Foram realizadas avaliações biométricas das plantas de milho e quantitativas em pós-colheita das espigas em 25 plantas e espigas respectivamente, de acordo com as metodologias adotadas para os experimentos para períodos de interferência, citados anteriormente.

3.3.2.2. Massa fresca e seca de corda-de-viola

Para obtenção da massa fresca, foram coletadas as partes da planta daninha localizada aos 20 cm abaixo da espiga (altura da plataforma da colhedora) até o ápice da planta em 2,5 m (em média 15 plantas) e pesada em balança com precisão de 0,01g. Após obtida a massa fresca (MF), as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem em estufa de renovação de ar a 65° C, por 72

horas. Após secagem, foi determinada a massa seca (MS) também com o uso de uma balança com precisão de 0,01g. Ambos os valores foram transformados para kg ha⁻¹.

3.3.2.3. Fluxo de alimentação por *I. grandifolia* na colhedora

Com os dados de MF de *I. grandifolia* foi calculado o fluxo de alimentação da colhedora referente ao material vegetal da corda-de-viola por meio da equação:

$$\Phi_x = L_p \cdot v \cdot M_x / 10000, \text{ no qual:}$$

ϕ_x - fluxo de alimentação kg s⁻¹;

L_p - largura da plataforma de corte da colhedora, m;

v - velocidade de deslocamento da colhedora, km h⁻¹;

M_x - massa fresca de *I. grandifolia*, kg.

As colheitas foram realizadas nos dias 02/05/2017 e 03/05/2018 quando a cultura apresentava 14,6% de umidade nas parcelas consideradas no Limpo e 5,9% no Mato para o primeiro ano e 13,6% e 14,4% respectivamente no segundo ano, com colhedora da marca SLC (John Deere), modelo 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de 3,60m de largura para quatro fileiras de milho, dotada de sistema de trilha radial, trabalhando-se com velocidade média de 4,0 km h⁻¹.

3.3.2.4. Produtividade e tempo de colheita do milho

Por ocasião da colheita, as espigas das plantas de milho existentes em 2 m em cada uma das quatro linhas úteis foram coletadas, em pontos de 10 em 10 m, totalizando 8 m amostrados. As espigas foram levadas ao laboratório onde os grãos foram retirados manualmente e pesados. Parte das amostras de grãos foi separada para a determinação da umidade visando ajuste do peso seco de grãos para 13% de umidade. As massas dos grãos foram convertidas para kg ha⁻¹. Durante a operação de colheita, foi cronometrado o tempo de trabalho da colhedora do início ao final da

parcela (50 m), obtendo-se o tempo de colheita e calculado a velocidade de deslocamento da colhedora para cada tratamento.

3.3.2.5. Impurezas e perdas

Após a passagem da colhedora na parcela, foi retirada uma amostra dos grãos colhidos, para determinação das impurezas. Este teste foi realizado com o uso de uma peneira classificatória, malha 4. Considerou-se impureza todo material que vazou da peneira ou nela ficou retida, exceto milho. Os resultados foram transformados em porcentagem. A avaliação das perdas de grãos foi realizada por meio de determinações no campo de cultivo, coletando-se o material por ocasião da colheita. Utilizou-se uma armação retangular de madeira e fios de náilon, com área de 2 m², sendo 0,5 m de largura e 4,00 m de comprimento que foi colocada transversalmente às linhas de semeadura, conforme metodologia utilizada por Bertonha et al. (2015), posicionando-se a armação sobre o solo, após a passagem da colhedora. Após a coleta, os grãos foram separados manualmente e pesados. Pela média de cinco subamostras, obteve-se a massa dos grãos perdidos, sendo depois transformadas e expressas em kg ha⁻¹.

Com os dados de perdas, foram realizadas análises econômicas simples, utilizando o valor dolarizado da saca de milho nos meses de colheita (maio/2018 e maio/2019), extraídos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA, correlacionando com os valores de perdas (kg ha⁻¹) obtidos em cada tratamento.

3.3.3. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F com análise conjunta de experimentos para os fatores anos e tratamentos e, quando significativo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade, para os dados de produtividade (dos experimentos para períodos de interferência) as médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ambas pelo programa AgroEstat. Nos casos de interações significativas, procedeu-se aos desdobramentos necessários.

Também foi realizada análise de correlação linear entre as variáveis de produtividade do milho e massa seca de *I. grandifolia* para o experimento de períodos de controle em função dos períodos crescentes de controle na safra 2016/17 e de perdas e massa seca de *I. grandifolia* para o experimento para colheita mecanizada na safra 2016/17.

Para a análise econômica das perdas na colheita de milho, utilizou-se os preços dolarizados do milho nos meses de maio dos dois anos agrícolas, extraídos do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimentos para períodos de interferência

4.1.1. Caracterização da comunidade infestante

O índice de densidade permite uma visão numérica da quantidade de indivíduos em toda a comunidade infestante e sabe-se que a alta densidade das plantas daninhas acarreta perdas às culturas agrícolas.

Como descrito anteriormente, para manutenção apenas das cordas-de-viola na área, as capinas ou catação manual eram realizadas logo após a emergência das demais espécies. Sendo assim, analisando a densidade da comunidade infestante em resposta aos períodos de convivência (Figura 3), verificou-se que a densidade das cordas-de-viola nos anos de 2016/17 e 2017/18, foi maior no estádio V₆. Na safra 2016/17, foram encontradas 42 plantas m⁻² de corda-de-viola neste estádio. Nesta mesma safra, foram encontradas 3, 30, 29, 37 e 27 plantas m⁻² de corda-de-viola nos estádios V₂, V₄, V₈, V₁₀ e V₁₂, respectivamente. Na safra 2017/18, as densidades encontradas foram: 14, 17, 22, 13, 15 e 11 para os estádios crescentes de convivência.

Na mesma área em que foram realizados os experimentos, havia histórico da incidência de *I. grandifolia*, fato que contribuiu para que, além da infestação realizada no momento de cada experimento, houvesse incremento da espécie no banco de sementes, o que provavelmente, colaborou para os valores de densidade encontrados.

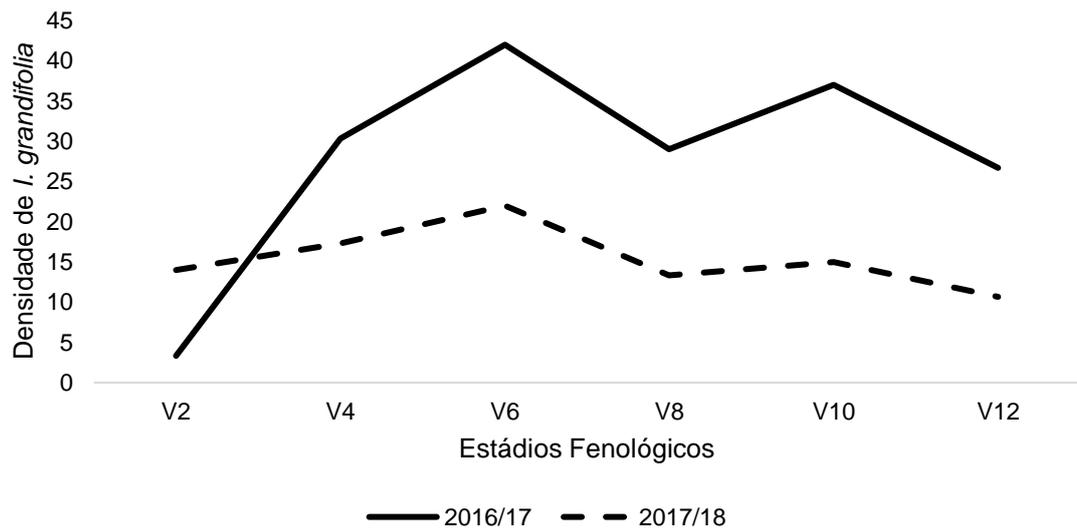


Figura 3. Densidade populacional (plantas m⁻²) de *Ipomoea grandifolia* nos períodos crescentes de convivência na cultura do milho nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18. Jaboticabal, SP, 2019.

Em estudos com a cultura do milho, Wandscheer et al. (2013) observaram que o aumento da densidade de *E. indica* reduziu a massa seca total, altura e produtividade da cultura. No caso da corda-de-viola, além destes problemas, elas também podem causar outros, como perdas e dificuldades na operação da colheita.

O aumento da massa seca das plantas daninhas foi progressivo entre os estádios V₂ e V₁₂ na safra 2016/17 e de V₂ a V₁₀ na safra 2017/18 (Figura 4). Verifica-se que embora as maiores densidades fossem observadas nos estádios V₆, estas caracterizaram-se por plantas de diferentes tamanhos e estádios de desenvolvimento, devido aos vários fluxos de emergência, não sendo, portanto, o estágio de maior massa seca também. Portanto, mesmo diminuindo a densidade, à medida que aumentou o crescimento das cordas-de-viola que germinaram e emergiram no início do ciclo do milho, estas tornaram-se dominantes, como observa-se nos resultados de massa seca.

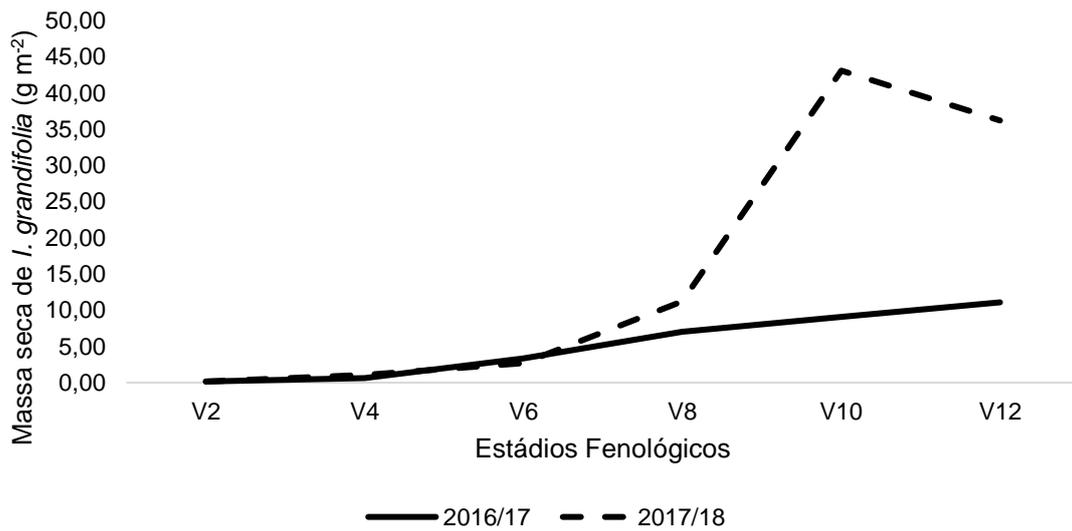


Figura 4. Massa seca de *I. grandifolia* nos períodos crescentes de convivência na cultura do milho nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18. Jaboticabal, SP, 2019.

Apesar da planta daninha acumular menos massa seca que a cultura do milho, é importante destacar que a maioria das plantas daninhas, incluindo *I. grandifolia*, tem sua população como base do potencial de interferência e não um indivíduo em separado, o que é explicado por suas características ruderais (Grime, 1979).

Para o acúmulo de massa seca de *I. grandifolia* no grupo de tratamentos controle, no ano agrícola 2016/17, o maior acúmulo ocorreu nos estádios fenológicos crescentes até V₄; já em V₆, devido ao efeito do sombreamento do milho no solo, as plantas de corda-de-viola não cresceram muito (Tabela 4). O maior acúmulo de massa seca na planta ocorreu em V₂, posteriormente no tratamento mantido no mato e, foi diminuindo conforme os períodos de controle eram maiores.

Tabela 4. Desdobramento das interações das análises conjuntas de experimentos em dois anos agrícolas (2016/17 e 2017/18), para dados de massa seca total ((solo + planta) g m⁻²) de *I. grandifolia* na cultura do milho nos tratamentos controle. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	2016/17	2017/18
8. Mato	266,74 Aa	96,54 Ba
9. V ₂	295,81 Aa	45,01 Ba
10. V ₄	188,78 Aa	62,22 Ba
11. V ₆	60,84 Ab	47,08 Aa
12. V ₈	55,89 Ab	92,28 Aa
13. V ₁₀	38,92 Ab	70,14 Aa
14. V ₁₂	41,20 Ab	82,98 Aa
DMS (Ano dentro T)		78,07
DMS (T dentro Ano)		120,13
C. V. (%)	50,28	50,65

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa. C.V. – coeficiente de variação.

A diminuição na precipitação na safra 2017/18, que ocorreu principalmente após o estágio R₁, fez com que as plantas de *I. grandifolia*, semeadas juntamente com o milho ou nos primeiros estádios fenológicos da cultura, não desenvolvessem e secassem ou então, encurtassem seu ciclo (Figura 5) diferentemente no ano 2016/17 (Figura 6). Assim, a capacidade de acúmulo de massa seca no ano agrícola 2017/18 foi muito inferior se comparada ao ano anterior, como pode ser observado na Tabela 4 para os valores totais (solo + planta), no qual os tratamentos mantidos por um menor período de controle (Mato, V₂ e V₄) em 2017/18 foram estatisticamente diferentes dos mesmos tratamentos no ano agrícola 2016/2017.



Figura 5. Detalhe da infestação por plantas de corda-de-viola nos tratamentos no mato aos 70 (1a e 1b) e 161 dias após a semeadura (2) respectivamente, no experimento 2017/18. Jaboticabal, SP, 2019.



Figura 6. Detalhe da infestação por plantas de corda-de-viola nos tratamentos no mato e V_2 aos 69 (1a e 1b) e 154 dias após a sementeira (2a e 2b) respectivamente, no experimento 2016/17. Jaboticabal, SP, 2019.

As cordas-de-viola sementeiras mais tardiamente (em 2016/17) não cresceram e desenvolveram tanto quanto nos primeiros tratamentos (Mato, V_2 e V_4), isso ocorreu devido ao controle cultural que houve, pois quanto mais tardiamente eram sementeiras, mais a cultura do milho havia crescido e sombreado o solo, deixando as condições menos favoráveis para a plantas daninhas.

A massa seca total das plantas sobre o solo somadas as plantas entrelaçadas nos colmos de milho foi superior nos tratamentos Mato, V_2 e V_4 em 2016/17. Já em 2017/18 não foi observada a mesma diferença, consequência da deficiência hídrica ocorrida neste ano de condução dos experimentos.

Portanto, devido ao hábito de crescimento volúvel, as plantas de *I. grandifolia* escalaram as plantas de milho, acumulando grande quantidade de biomassa. Devido a este hábito, além de diminuir a disponibilidade de luz para as plantas de milho, a corda-de-viola pode também reduzir a eficiência mecânica da colheita (Pagnoncelli et al., 2017), pois esta é altamente influenciada pela taxa de alimentação da máquina e das condições da cultura no momento da colheita (Souza et al., 2006), que em 2016/17 foram bastante desfavoráveis para o processo de colheita nos tratamentos mantido no mato, V_2 e V_4 .

4.1.2. Crescimento das plantas de milho

As plantas de milho mantidas no limpo apresentaram padrão similar de crescimento quando comparadas com as mantidas no mato, nos estádios vegetativos avaliados (Figura 7). Estes estádios duraram aproximadamente 50 dias após a semeadura (DAS) ou 44 dias após a emergência (DAE) da cultura independentemente do ano avaliado. Tal fato pode ter ocorrido provavelmente pois as grandes quantidades de reservas das sementes de milho podem aumentar a habilidade da cultura em competir com plantas daninhas, pois estas germinam e emergem mais rapidamente, e segundo Radosevich et al. (1997) grande parte das relações de competição entre plantas daninhas e culturas ocorrem nos estádios iniciais do desenvolvimento das plantas.

Talvez, devido as plantas de milho serem C_4 , estas possuem um aumento significativo na concentração de CO_2 na célula da bainha em relação à do mesófilo, evitando a perda de água, pois o aproveitamento do CO_2 é muito melhor do que em plantas de corda-de-viola (C_3), proporcionando vantagens no arranque inicial da cultura mesmo em condições desfavoráveis.

Nos primeiros estádios até aproximadamente V_6 houve um crescimento mais lento, o que era esperado, pois o ponto de crescimento para a cultura do milho está abaixo do solo, já a partir de V_6 , segundo a Embrapa (2006) o ponto de crescimento e o pendão estão acima do nível do solo e, o colmo inicia um período de alongação acelerada.

Próximo ao estágio V_{10} (42 DAS), a planta de milho iniciou um rápido e contínuo crescimento, com acúmulo de nutrientes e massa seca, os quais continuaram até os estádios reprodutivos. Em V_{12} (50 DAS), segundo a Embrapa (2006), a planta de milho atinge cerca de 85% a 90% da área foliar, explicando assim, o crescimento mais acentuado neste estágio, pois com maior área foliar, há um maior aproveitamento da radiação fotossinteticamente ativa. O crescimento inicial da corda-de-viola é mais lento e, também, a partir deste período (45 a 50 DAS) que ela tem aceleração no crescimento vegetativo, portanto, inicialmente, elas não prejudicaram a cultura do milho.

Sendo assim, uma população composta predominantemente por *I. grandifolia* praticamente não interfere no comprimento, diâmetro e área foliar da cultura do milho no início do seu crescimento e desenvolvimento mas, os efeitos prejudiciais das plantas daninhas no crescimento e desenvolvimento foram relatados por diversos autores em estudos com uma comunidade infestante com diversas espécies, como Cox et al. (2006) que relataram uma diminuição gradual no índice de área foliar (IAF) por causa da interferência das plantas daninhas. Sheibany et al. (2009) registraram uma redução significativa no IAF e na taxa de crescimento da lavoura do milho, como resultado da interferência das plantas daninhas. Ghanizadeh et al. (2014) mostraram que a interferência de plantas daninhas teve efeitos negativos sobre o crescimento do milho, reduzindo o índice de área foliar e, conseqüentemente, diminuindo a taxa de crescimento da cultura.

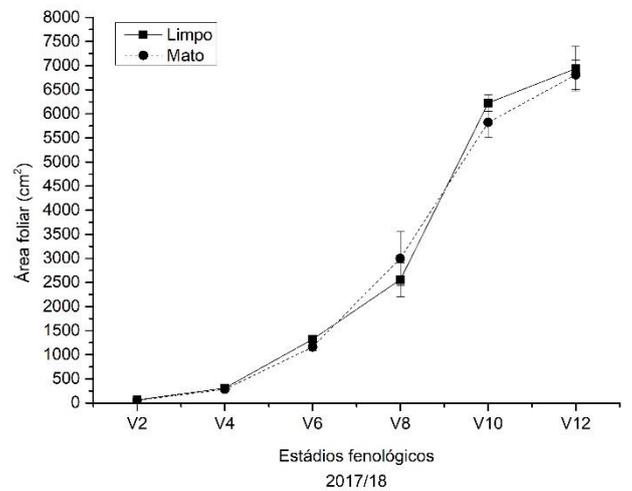
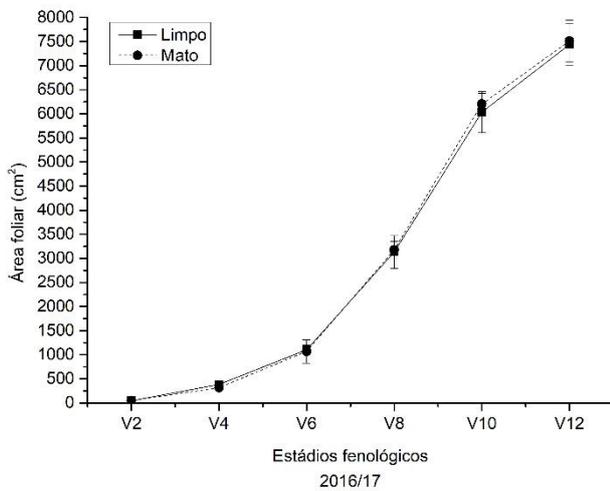
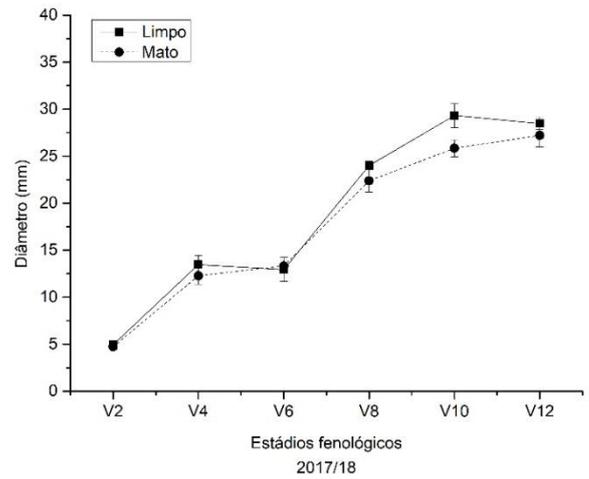
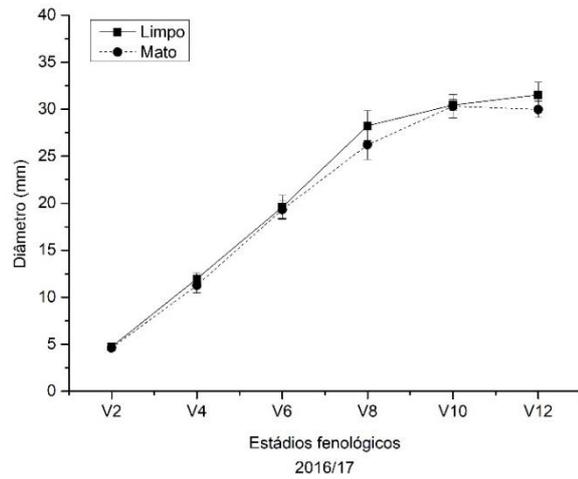
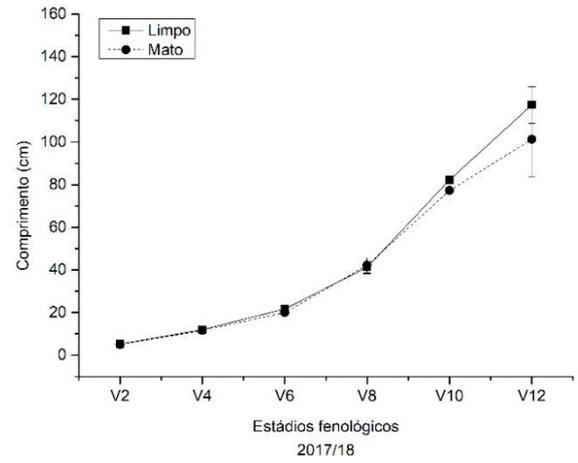
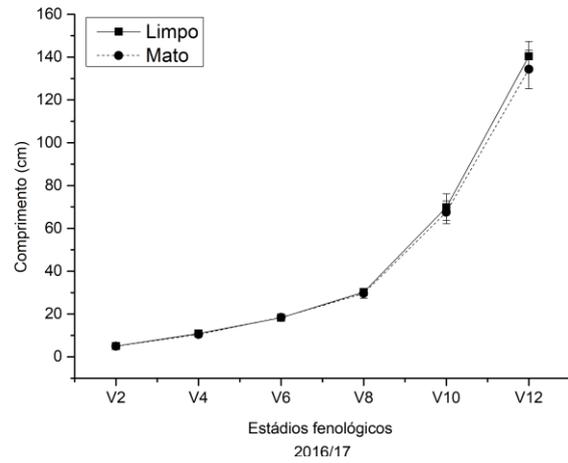


Figura 7. Comprimento (cm), diâmetro (mm) e área foliar (cm²) na cultura do milho nos estádios crescentes de convivência nas safras 2016/17 e 2017/18. Jaboticabal, SP, 2019.

4.1.3. Acúmulo de massa seca e macronutrientes na cultura do milho

A massa seca da parte aérea da planta de milho variou com a presença e ausência das plantas daninhas. Na Figura 8 estão representadas as curvas ajustadas de acúmulo de massa seca do milho quando mantido no limpo e em convivência por períodos crescentes a partir do plantio. Verifica-se que os diferentes modelos influenciaram no acúmulo de massa seca do milho e, houve redução nos tratamentos mantidos em convivência com a corda-de-viola em comparação aos tratamentos mantidos no limpo durante todo ciclo, nos estádios reprodutivos (R₁, R₂ e R₃), estádios estes, em que é decisiva a influência do ambiente, principalmente as chuvas, nestas etapas de desenvolvimento.

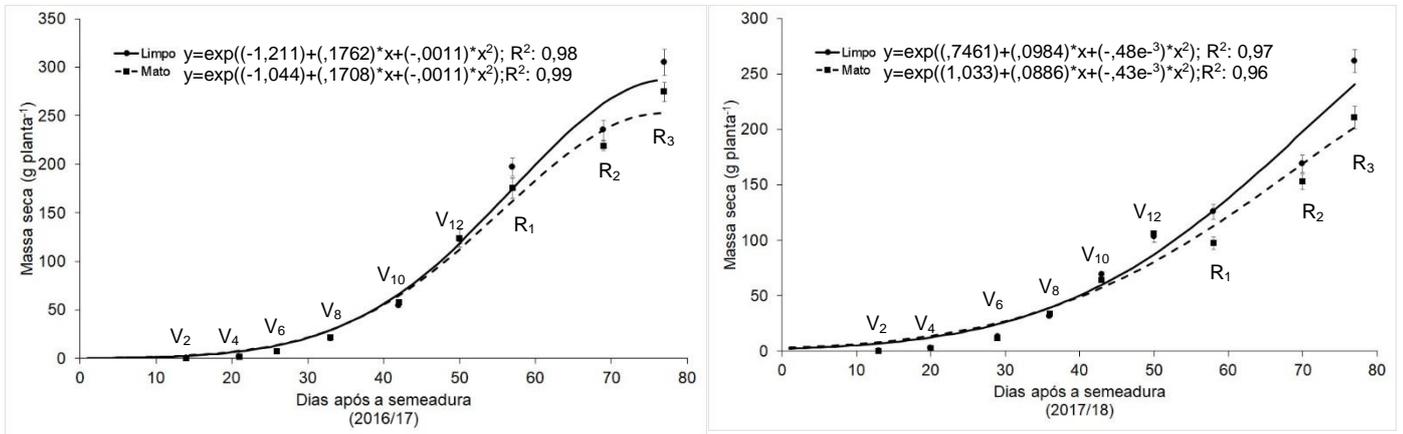


Figura 8. Acúmulo total de massa seca da parte aérea das plantas de milho, cultivada no limpo e no mato durante todo ciclo, nas safras 2016/17 e 2017/18. Jaboticabal, SP, 2019.

A baixa precipitação ocorrida, principalmente antes e também posteriormente ao estágio reprodutivo R₁ na safra 2017/18 fez com que as plantas de milho se desenvolvessem menos, reduzindo 36% a massa seca, quando comparado com as plantas da safra 2016/17 no mesmo estágio sem interferência das plantas daninhas.

A maior taxa de acúmulo teórico de massa seca na safra 2016/17, quando a cultura do milho foi cultivada no limpo durante todo o ciclo, ocorreu aos 78 DAS (R₃) com valor da ordem de 288,084 g planta⁻¹ (Tabela 5), enquanto a cultura do milho

cultivada no mato apresentou maior taxa teórica de acúmulo aos 77 DAS com menor valor, sendo este de 252,933 g planta⁻¹.

Comparando as taxas de acúmulo no limpo e no mato, observou-se que as plantas de corda-de-viola promoveram uma redução de 12% na taxa de acúmulo de massa seca nas plantas de milho. Oliveira (2018) encontrou valores maiores de redução em milho verde, da ordem de 28% aos 70 DAE da variedade Al Bandeirante quando se comparou os tratamentos no limpo e no mato, porém, em seu experimento, o autor possuía uma grande diversidade de espécies de plantas daninhas, enquanto neste estudo havia praticamente a espécie *I. grandifolia*.

Tabela 5. Ponto de inflexão e ponto de máximo acúmulo teórico da massa seca (MS) da planta de milho e, dias após a semeadura (DAS), cultivada no limpo e no mato, Jaboticabal, SP, 2019.

Ano	Acúmulo	MS	DAS
	Tratamento	Ponto de inflexão	
2016/17	Limpo	8,301	57
	Mato	7,225	56
2017/18	Limpo	6,193	71
	Mato	4,812	69
Ponto de máximo			
2016/17	Limpo	288,084	78*
	Mato	252,933	77
2017/18	Limpo	329,600	103*
	Mato	270,604	103*

* Fora do período amostrado

A maior taxa de acúmulo teórico de massa seca na safra 2017/18, quando a cultura do milho foi cultivada no limpo durante todo o ciclo, ocorreu aos 103 DAS com valor da ordem de 329,6 g planta⁻¹, enquanto a cultura do milho cultivada no mato apresentou menor taxa teórica de acúmulo também aos 103 dias, mas com valor de 270,6 g planta⁻¹. Comparando as taxas de acúmulo no limpo e no mato, observou-se que as plantas de corda-de-viola promoveram uma redução de 18% nas plantas de milho.

O ponto de inflexão para os tratamentos mantidos no limpo foi maior para safra 2016/17 quando comparado com o tratamento mantido no mato, fato este, que se repete para safra 2017/18, portanto, o acúmulo de massa seca por planta ocorreu por

maior tempo nos tratamentos mantidos no limpo, porém, com baixas alterações no prolongamento deste ponto.

Em relação à porcentagem de acúmulo de massa seca nas diferentes partes das plantas de milho, tanto as mantidas no limpo quanto as mantidas no mato, as folhas apresentaram maior acúmulo até V₁₀ e, após esse período, o acúmulo foi predominante nos colmos até R₂ para ambos os anos agrícolas (Figuras 9, 10, 11 e 12). O colmo apresentou maior destaque em V₁₂ e R₁ quando representou aproximadamente 50% da cultura independente do tratamento e ano, e predominou sobre as folhas no restante do ciclo.

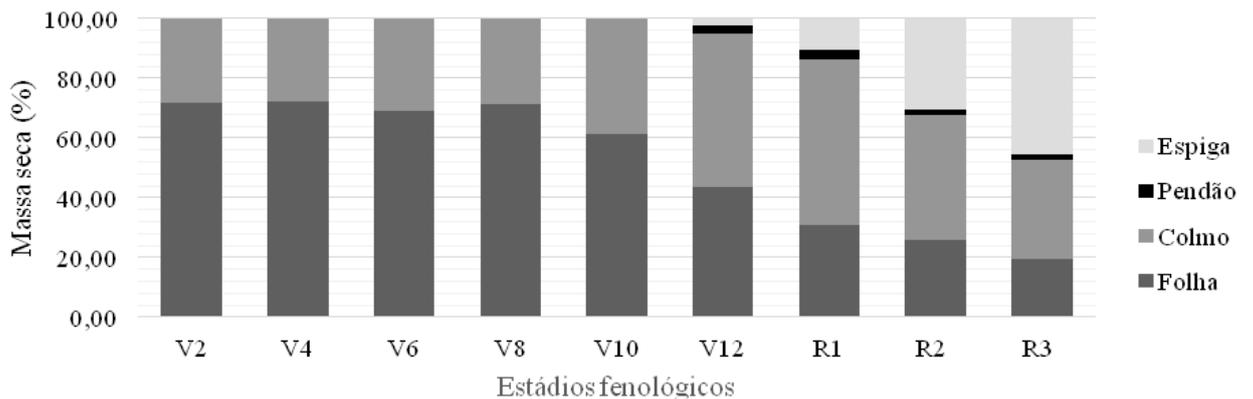


Figura 9. Distribuição percentual da massa seca das folhas, colmos, pendão e espiga do milho cultivada no limpo na safra 2016/17, ao longo dos estádios de desenvolvimento da planta. Jaboticabal, SP, 2019.

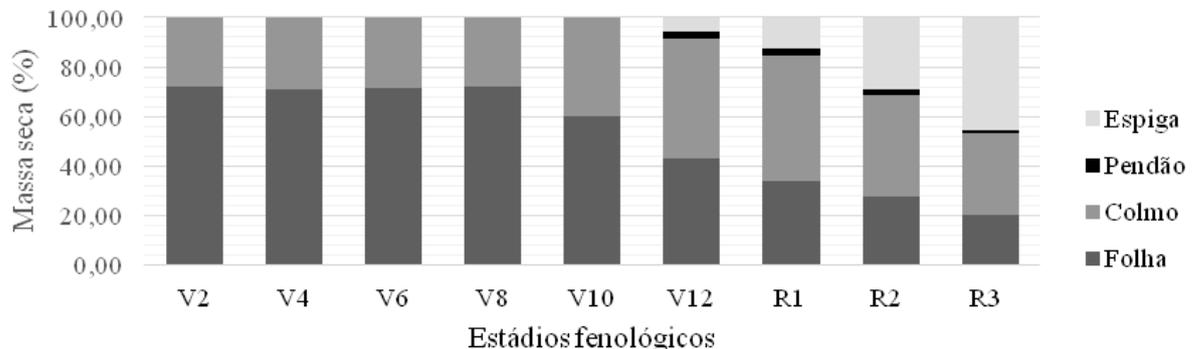


Figura 10. Distribuição percentual da massa seca das folhas, colmos, pendão e espiga do milho cultivada no mato na safra 2016/17, ao longo dos estádios de desenvolvimento da planta. Jaboticabal, SP, 2019.

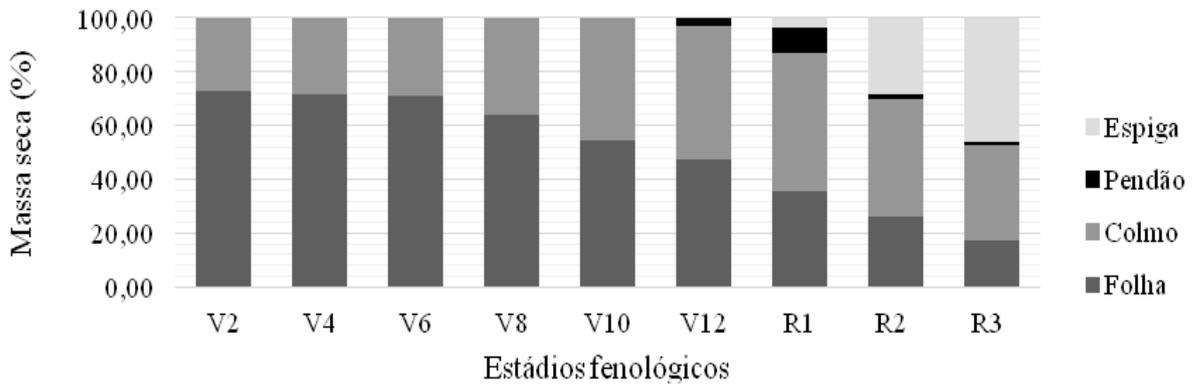


Figura 11. Distribuição percentual da massa seca das folhas, colmos, pendão e espiga do milho cultivada no limpo na safra 2017/18, ao longo dos estádios de desenvolvimento da planta. Jaboticabal, SP, 2019.

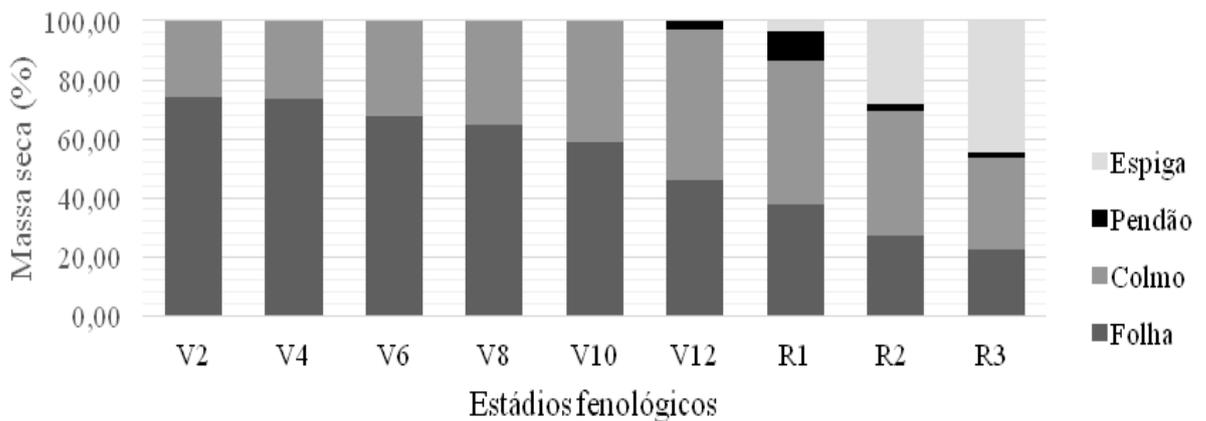


Figura 12. Distribuição percentual da massa seca das folhas, colmos, pendão e espiga do milho cultivada no mato na safra 2017/18, ao longo dos estádios de desenvolvimento da planta. Jaboticabal, SP, 2019.

A queda no acúmulo de massa seca pelas folhas deve-se principalmente ao início do florescimento das plantas, de tal forma que começou a haver uma maior alocação de recursos para a produção de flores/e ou frutos, comportamento este, também observado no cultivo da soja *Glycine max* (L.) por Bianco et al. (2007).

O início da produção de estruturas reprodutivas tanto no limpo, quanto no mato ocorreu em V₁₂ sendo que, o acúmulo de massa seca foi mais representativo, nos estádios R₂ e R₃, em que a massa da espiga representou respectivamente 30,4 e 45,6% para os tratamentos mantidos no limpo e 29,17 e 45,35% para os tratamentos

mantidos no mato, da massa seca total acumulada pela planta na safra agrícola 2016/17. Para a safra 2017/18 os valores foram observados no mesmo estágio sendo 28,35 e 46,16% para os tratamentos mantidos no limpo e 28,38 e 44,84% para os tratamentos mantidos no mato.

Ao final dos períodos avaliados, as plantas de milho acumularam cerca de 50% de massa seca total nas estruturas reprodutivas, e esse mesmo comportamento foi observado por Carvalho et al. (2014). Esse grande acúmulo de massa seca nessas estruturas pode ser consequência do melhoramento genético na cultura com interesse agrícola, no qual a produção de grãos é uma das principais características visadas pelos melhoristas de plantas (Carvalho et al., 2007; Bianco et al., 2012).

Estudos a respeito de requerimentos nutricionais são importantes para a ciência das plantas daninhas, pelo fato que, segundo Pitelli (1985), a competição por nutrientes juntamente com a luz são os principais fatores ecológicos que afetam negativamente a produtividade das culturas agrícolas.

Com a análise dos pontos de inflexão para todos macronutrientes (Tabela 6), os tratamentos mantidos no limpo apresentaram pontos maiores que os tratamentos mantidos no mato, exceto para o Mg na safra 2017/2018.

Tabela 6. Ponto de inflexão e ponto de máximo acúmulo teórico dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) pela planta de milho no mato e no limpo e dias após a semeadura (DAS), Jaboticabal, SP, 2019.

Ano	Tratamento	Acúmulo	Ponto de Inflexão					
			N	DAS	P	DAS	K	DAS
2016/17	Limpo		71,489	50	23,943	54	165,574	47
	Mato		65,341	51	18,899	53	164,774	44
2017/18	Limpo		32,064	55	**	**	94,953	42
	Mato		28,358	52	**	**	83,050	42
Ponto de Máximo								
2016/17	Limpo		2145,051	68	639,304	69	5354,903	66
	Mato		2105,545	70	540,946	70	4996,325	62
2017/18	Limpo		1593,933	85*	**	**	3401,844	63
	Mato		1350,055	81*	1367,779	148*	3047,832	64
Ponto de Máximo								
			Ca	DAS	Mg	DAS	S	DAS
Ponto de Inflexão								
2016/17	Limpo		36,712	54	20,380	56	5,495	58
	Mato		30,227	52	17,781	56	5,385	56
2017/18	Limpo		**	**	7,793	54	2,498	58
	Mato		10,788	65	8,021	52	2,005	50
Ponto de Máximo								
2016/17	Limpo		1028,928	71	544,235	71	227,961	83*
	Mato		860,246	69	538,958	74	203,720	78*
2017/18	Limpo		**	**	336,305	80*	352,345	118*
	Mato		574,090	97*	297,370	74	100,645	80*

* fora do período amostrado

** não determinável

As curvas ajustadas de acúmulo total médio dos macronutrientes (Figuras 13 e 14), ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas de milho evidenciaram crescimento acentuado para a cultura quando cultivada sem ou com a convivência com as plantas daninhas até o estágio R₁, porém, na presença das plantas daninhas, os acúmulos dos macronutrientes pela parte aérea da planta do milho foram menos acentuados principalmente nos estádios reprodutivos, fato este observado também por Carvalho et al. (2014), em que plantas de *Ipomoea hederifolia* acarretaram reduções no acúmulo de macronutrientes na cultura do milho, refletindo negativamente na produtividade da cultura, pois o máximo acúmulo diário dos nutrientes das plantas daninhas coincidiu com o período inicial de frutificação da planta cultivada.

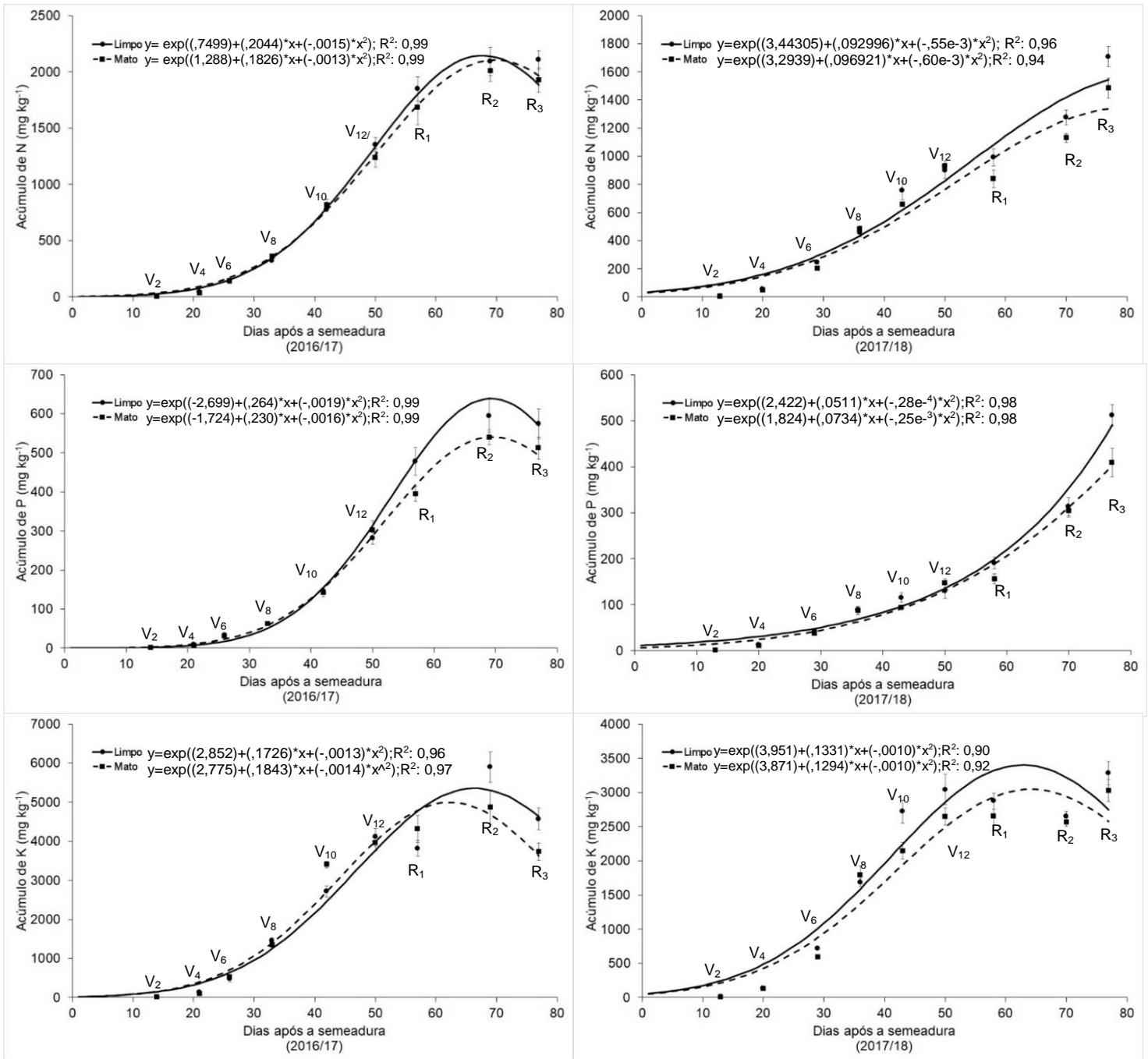


Figura 13. Acúmulo total médio dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas plantas de milho, cultivada no mato e no limpo, ao dos estádios fenológicos, Jaboticabal, SP, 2019.

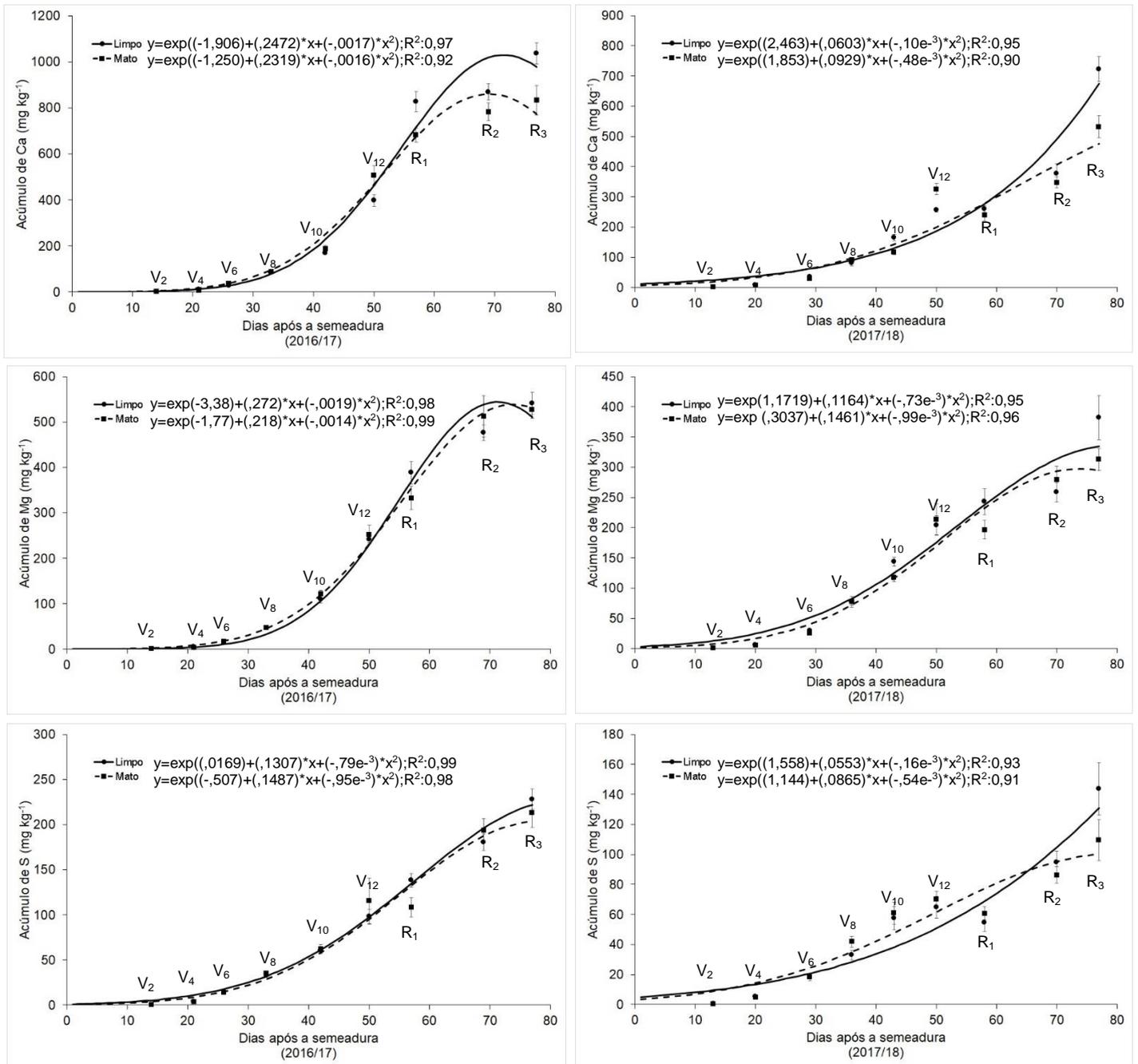


Figura 14. Acúmulo total médio dos macronutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) nas plantas de milho, cultivada no mato e no limpo, ao dos estádios fenológicos, Jaboticabal, SP, 2019.

Como as plantas daninhas requerem, para seu desenvolvimento, os mesmos fatores de crescimento exigidos pela cultura do milho, a competição por nutrientes é de grande importância (Melo et al., 2015). No ano agrícola 2016/17, o teor de nitrogênio nas plantas de milho mantidas no limpo foi maior que nas plantas mantidas no mato, o que pode ter ocorrido devido a competição pelo nutriente exercida pelas

plantas de *I. grandifolia* com a cultura, fato este também relato por Carvalho et al. (2014) que observaram que plantas de *I. hederifolia* foram mais exigentes que a cultura no milho em nitrogênio. O acúmulo total médio deste nutriente na parte aérea do milho foi de 2104 mg kg⁻¹ e 1927 mg kg⁻¹ em R₃ aos 77 DAS, quando o cultivo permaneceu sem e com a convivência das plantas de *I. grandifolia*, com uma redução de 8,5%, valor este inferior ao encontrado por Oliveira (2018), que obteve redução de 25,4% no acúmulo total médio de nitrogênio (N) na parte aérea do milho doce com a variedade Al Bandeirante aos 70 DAE.

No mesmo estágio fenológico, houve acúmulo de fósforo (P) na ordem de 574 g kg⁻¹ e 512 g kg⁻¹ e de potássio (K) na ordem de 4.569 g kg⁻¹ e 3.735 g kg⁻¹, respectivamente, quando sem ou com a convivência com *I. grandifolia*, causando reduções respectivamente de 11% e 18% nas partes aéreas do milho. Para o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) aos 77 DAE, as reduções foram de 20%, 3% e 6,5%, como resultado da convivência da cultura do milho com as plantas daninhas durante todo o ciclo.

Para a safra 2017/18, os valores acumulados de macronutrientes foram, no geral, inferiores aos acumulados na safra 2016/2017 e, isso pode ser explicado devido as condições ambientais menos favoráveis ocorridas em 2017/18 (Figura 1). As perdas em decorrência da competição com as plantas daninhas, também se intensificaram nos estádios reprodutivos e, com porcentagens médias superiores aos obtidos na safra 2016/2017.

O acúmulo total médio de Nitrogênio (N) na parte aérea do milho foi de 1706 mg kg⁻¹ e 1486 mg kg⁻¹ em R₃ aos 77 DAS, quando o cultivo permaneceu sem e com a convivência das plantas de *I. grandifolia*, resultando em uma redução de 13%. No mesmo período, o acúmulo de fósforo (P) foi da ordem de 512 g kg⁻¹ e 408 g kg⁻¹ e o de potássio (K) de 3.281 g kg⁻¹ e 3.027 g kg⁻¹, quando em controle e convivência com *I. grandifolia*, causando reduções respectivamente de 20% e 8% nas partes aéreas do milho. Para o cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no estágio R₃, as reduções foram de 26%, 18% e 24%, como resultado da convivência da cultura do milho com as plantas daninhas durante todo o ciclo.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes para a cultura mantida sem e em convivência com as plantas daninhas foram iguais independente do ano

agrícola, apresentando a seguinte sequência: K>N>Ca>P>Mg>S. Observou-se que os macronutrientes mais exigidos foram o potássio e o nitrogênio. Os acúmulos de N, na parte aérea das plantas de milho não foi tão prejudicado pelas plantas daninhas provavelmente, devido a adubação de cobertura realizada. Estes resultados estão de acordo com Oliveira (2018) em que K e N foram os nutrientes encontrados em maior concentração na cultura do milho. Reduções no acúmulo de N, P e K, devido à interferência da comunidade infestante, também foram observadas por Cury et al. (2013) nos componentes vegetativos de feijão.

Contudo, considerando que as plantas de milho acumularam uma quantidade superior de massa seca que as plantas de *I. grandifolia* até os estádios avaliados (V₁₂), acredita-se que o potencial de extração de nutrientes pela cultura do milho é expressivamente maior que o da planta daninha, o que pode ser observado nas Figuras 13 e 14, comparando as plantas mantidas no limpo e mantidas no mato. Contudo, Carvalho et al. (2014), em estudos com milho e *I. hederifolia*, observaram que apesar de individualmente a planta daninha acumular menos massa seca, a população de plantas de *I. hederifolia* podem ser potencialmente competitivas por nutrientes se comparada à da cultura do milho, uma vez que a planta daninha apresentou maiores teores que as plantas cultivadas em relação a alguns macronutrientes.

Assim, como observado para plantas de *I. hederifolia* (Carvalho et al., 2014), plantas de *I. grandifolia* mantidas em convivência com a cultura do milho acarretaram em reduções no acúmulo de macronutrientes pelas plantas de milho.

4.1.4. Produtividade

A produtividade do milho foi de 9.230 kg ha⁻¹ e 8.305 kg ha⁻¹ respectivamente nos tratamentos mantidos no limpo e no mato na safra 2016/17, apresentando uma redução de 10%. Já na safra 2017/18 os valores foram respectivamente 7.395 kg ha⁻¹ e 7.844 kg ha⁻¹, não ocorrendo diferença significativa entre os tratamentos mantidos no mato e no limpo. Provavelmente, o estresse ambiental ocorrido a partir de R₁ na safra 2017/18, gerou uma produtividade menor quando comparado a 2016/17, mesmo para as plantas mantidas no limpo (Tabela 7). Do estágio R₂ a R₃ na safra 2017/18

choveu apenas 7,5 mm, e como R₃ é o estágio em que ocorre a definição da densidade de grão, a baixa precipitação, segundo Magalhães e Durães (2006) afeta a produção, fato este, observado neste experimento quando comparado com o ano agrícola anterior.

Tabela 7. Comparação de média de experimentos em dois anos (2016/17 e 2017/18) para produtividade (kg ha⁻¹) na cultura do milho. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
	2016/17	2017/18
1. Limpo	9230 a	7395 a
2. V ₂	8908 ab	6695 a
3. V ₄	8880 ab	7116 a
4. V ₆	8552 ab	6971 a
5. V ₈	8282 ab	7111 a
6. V ₁₀	8514 ab	6916 a
7. V ₁₂	8520 ab	7540 a
8. Mato	8305 b	7844 a
9. V ₂	8235 b	7901 a
10. V ₄	8290 b	7026 a
11. V ₆	8592 ab	7509 a
12. V ₈	8504 ab	6995 a
13. V ₁₀	8665 ab	7355 a
14. V ₁₂	8646 ab	7094 a
DMS	5%	5%
C.V. (%)	6,08	10,37

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa. C.V. – coeficiente de variação.

O híbrido utilizado 2B710 DOW RR Bt demonstrou-se altamente eficiente e produtivo nos tratamentos com períodos crescentes de convivência frente às plantas de corda-de-viola. Esta maior competitividade também foi observada no milho híbrido GM DKB 390 PRO 2, que apresentou alta habilidade competitiva na presença das plantas daninhas (Faria et al., 2014), já para a cultivar CATI AL 34, segundo Fontes e Gonçalves (2009), a interferência de *Ipomoea grandifolia* reduziu em 72% a produtividade.

O acúmulo de massa seca pelas plantas daninhas provoca efeito negativo na produtividade das culturas e, o potencial genético da planta para a produtividade pode ser diminuído em vários estágios do desenvolvimento devido a interferência destas plantas. Mesmo o híbrido possuindo alto potencial produtivo, nos tratamentos com

menores períodos de controle, conseqüentemente maior tempo de interferência da corda-de-viola (mato, V₂ e V₄), a produtividade do milho foi reduzida, observando-se correlação positiva entre a massa seca de *I. grandifolia* e a redução na produtividade na cultura do milho (Figura 15). Já nos demais tratamentos (V₆, V₈, V₁₀ e V₁₂) o híbrido foi altamente competitivo, o qual cobriu a área rapidamente, sombreando as plantas daninhas, não sofrendo influência significativa.

Comparando-se o tratamento que obteve menor produtividade (V₂ com 8235 kg ha⁻¹) com o tratamento mantido no limpo durante todo ciclo da cultura (9230 kg ha⁻¹), cada 26,8 g m⁻² da massa seca da corda-de-viola acarretou em redução de 1% da produtividade do milho.

Sendo assim, a presença de *I. grandifolia* desde a fase inicial de desenvolvimento da cultura até o fim do seu ciclo, acarreta em perdas na produtividade, como observados em 2016/17, sendo estes tratamentos os quais possuíram a maior quantidade de massa seca de *I. grandifolia* (Tabela 4). O mesmo foi observado por Vogt et al. (2014) na cultura do feijoeiro, em que estes autores observam correlação positiva entre a massa seca de plantas daninhas na colheita e redução de produtividade pela interferência delas.

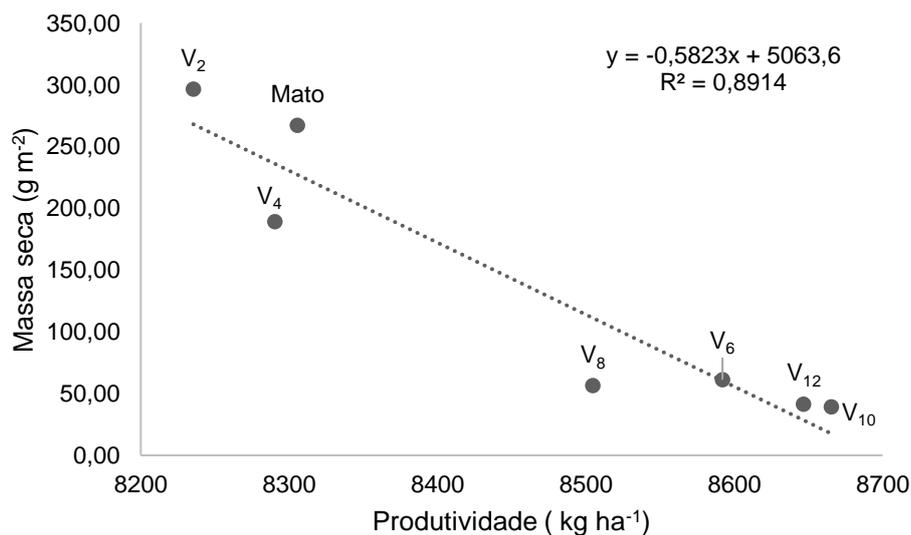


Figura 15. Relação entre a massa seca de *I. grandifolia* no momento da colheita do milho com a produtividade de grãos de milho em função dos períodos de controle na safra 2016/17. Jaboticabal, SP, 2019.

4.1.5. Períodos de interferência

Na Figura 16 estão representadas as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal de Boltzmann para safra 2016/17, uma representando os rendimentos obtidos no modelo com convivência inicial, que foi o período anterior à interferência (PAI), e a outra representando os rendimentos obtidos no modelo com controle inicial, que é o período total de prevenção da interferência (PTPI).

Verifica-se que o período anterior à interferência ocorreu da emergência das plantas de milho até o estágio fenológico de 4 folhas (V_4), ao passo que o período total de prevenção da interferência ocorreu da emergência das plantas de milho até o estágio de 12 folhas (V_{12}), de modo que o período crítico de prevenção da interferência corresponde ao período compreendido entre os estádios fenológicos de 4 (V_4) a 12 (V_{12}) folhas totalmente expandidas.

Durante o PAI, ocorreu a germinação dos primeiros fluxos de plantas daninhas, muitas vezes beneficiados pela elevada umidade que se encontrava no solo na época de semeadura e, após esse período, houve redução da densidade e aumento da massa seca das plantas daninhas emergentes nestes períodos, e no caso da corda-de-viola, quanto maior o acúmulo de massa, maiores serão os danos no processo de colheita.

Dessa forma, em termos de manejo de plantas daninhas, segundo Pitelli (1985) o PAI torna-se o período de maior importância do ciclo cultural, a partir do qual a produtividade é significativamente prejudicada, portanto, controlar as plantas de *grandifolia* que emergiram até V_4 é de extrema importância. Sendo assim, ações de controle inicial da comunidade infestante tornam-se importantes para reduzir a densidade das espécies infestantes, sua capacidade de acúmulo de matéria seca e de mobilização de recursos para evitar perdas de rendimento na cultura do milho (Kozłowski et al., 2009).

Em relação ao PCPI, para obter os máximos rendimentos é necessário que a cultura fique na ausência das plantas daninhas durante esse período de tempo, estando os resultados observados neste estudo dentro dos obtidos por Defelice (2001), citado por Kozłowski (2002), que indicou que o PCPI ocorreu entre os estádios fenológicos V_2/V_3 até V_{12} .

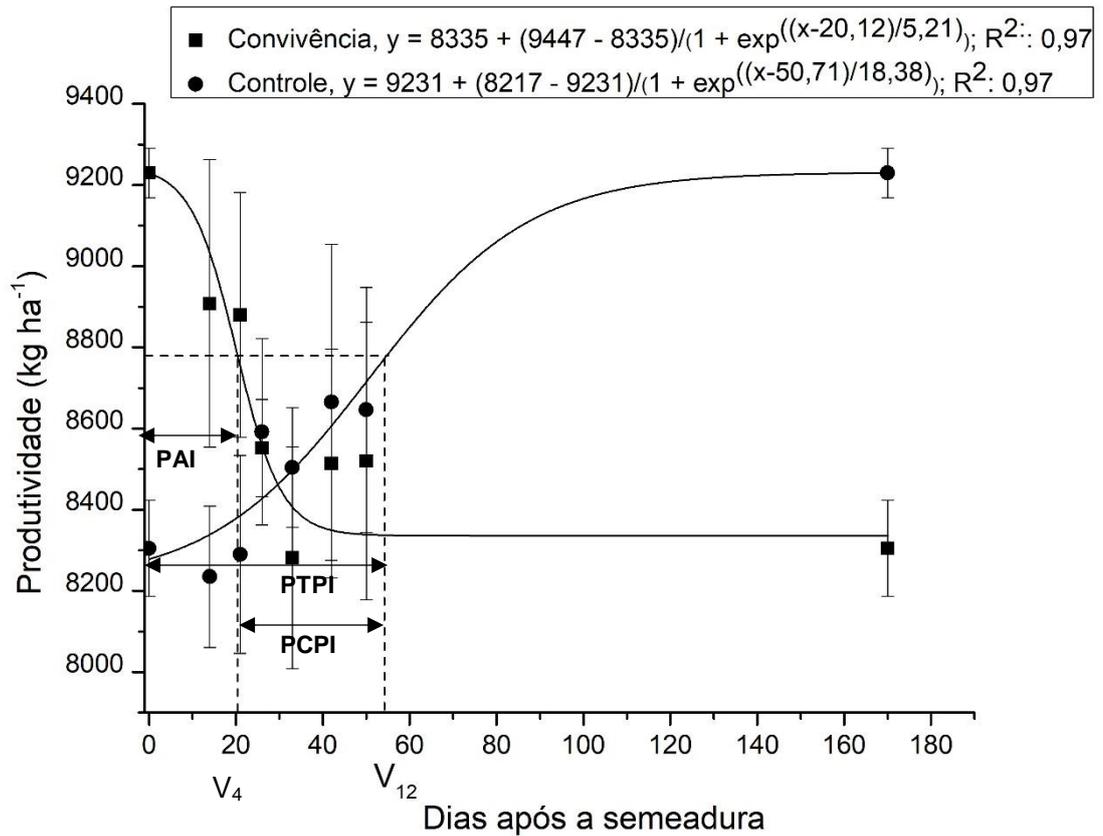


Figura 16. Produtividade do milho na safra 2016/17 em resposta aos períodos de convivência e de controle das plantas daninhas com predominância de *I. grandifolia*. Jaboticabal, SP, 2019.

Volpe et al. (2011) também encontraram períodos semelhantes, onde o período crítico de prevenção à interferência para a cultura do milho, em condições normais, correspondeu, em média dos 20 aos 60 DAE, em que compreendeu entre o estágio V_3 e V_{12} . Esse é o período entre a emergência das plântulas e a diferenciação da espiga, momento em que se define o potencial de grãos da lavoura. O PCPI obtido neste experimento, iniciou-se um pouco mais tardio quando comparado aos resultados obtidos por outros autores pois, diferentemente deles, no qual a comunidade infestante era composta por diversas espécies, nestes estudos eram apenas corda-de-viola, e esta planta daninha desenvolve-se inicialmente mais lentamente.

Kozłowski (2002) encontrou PCPI do estágio V_2 ao V_7 , que corresponderam dos 15 à aproximadamente 45 DAE, corroborando os dados encontrados neste trabalho, que foram dos 20 DAS (14 DAE) aos 52 DAS (45 DAE). Fontes e Gonçalves

(2009) também encontraram período crítico na cultura do milho com a variedade BRS Sol da Manhã entre 20 e 40 dias após a emergência das plantas. Na Turquia, em cultivo com milho doce, o período crítico de prevenção a interferência encontrado, estava compreendido entre 22 e 61 dias após a emergência (Tursun et al., 2016).

O PTPI encontrado compreendeu o período da emergência do milho ao estágio V_{12} correspondendo ao período em que a cultura deve ficar livre da presença de plantas daninhas para que a sua produção não seja influenciada negativamente, sendo, na prática, este período em que as capinas ou o efeito residual dos herbicidas devem abranger, para evitar que se reduza significativamente a produção.

A diminuição na precipitação hídrica da safra 2017/18, que ocorreu principalmente a partir dos estádios reprodutivos fez com que as plantas de milho produzissem grãos menores e mais leves comparados às do ano agrícola 2016/17 e, fez com que as plantas de *I. grandifolia*, semeadas principalmente juntamente com o milho não interferissem na cultura a ponto de causar perdas. Portanto, para o ano agrícola 2017/18, não foi possível apresentar as curvas ajustadas pelo modelo sigmoidal de Boltzmann para determinação dos períodos de interferência devido a não significância dos dados.

4.2. Biometria da cultura do milho e pós-colheita: Experimentos para períodos de interferência e Experimentos para interferência na colheita mecanizada

Não foram observadas diferenças significativas dentro de cada ano agrícola (dados não apresentados – Apêndice B), mas, de acordo com as análises conjuntas, houve diferença nas características biométricas AT, AIPE e DC ($p < 0,01$) entre os anos. Esse fato pode ser justificado devido à diminuição na pluviosidade ocorrida entre as safras 2016/17 e 2017/18 (Figura 1), principalmente no estágio V_8 . Segundo Çakir (2004), o crescimento vegetativo é fortemente afetado pelo estresse hídrico nos diferentes estágios e, um déficit hídrico durante o estágio de crescimento vegetativo diminuiu a altura das plantas. Também, segundo a Embrapa (2006), o déficit hídrico neste estágio pode resultar em colmos mais finos e plantas de menor porte, fato este

observado na safra 2017/2018 (Tabela 8), em que na semana anterior (13/12/2017) ao estágio V₈, havia chovido apenas 11,9 mm e, uma semana após (V₁₀) 4,7 mm.

Tabela 8. Desdobramento das interações das análises conjuntas de experimentos em dois anos agrícolas (2016/17 e 2017/18), para: altura total de plantas (AT), altura da inserção da primeira espiga (AIPE) e diâmetro do colmo (DC). Jaboticabal, SP, 2019.

Experimento (Ano)	Períodos		
	AT (m)	AIPE (m)	DC (mm)
2016/17	2,21 a	1,21 a	22,94 a
2017/18	2,01 b	1,03 b	19,47 b
F interação (Ano)	255,35**	771,40**	274,67**
DMS	2,72	1,42	0,45
Mecanizado			
2016/17	2,21 a	1,20 a	21,6 a
2017/18	2,00 b	1,05 b	19,4 b
F interação (Ano)	717,86**	254,00**	270,50**
DMS	0,02	0,02	0,34

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna para o mesmo experimento não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. ** Significativo ao nível de 0,01. DMS – diferença mínima significativa.

Na Tabela 9 estão apresentados os dados de pós-colheita em ambos os experimentos e, também não foram observadas diferenças significativas dentro de cada ano agrícola (dados não apresentados – Apêndice C) mas houve diferença entre os anos. Os resultados discordam do obtidos por Fancelli e Dourado Neto (2000) que verificaram que a partir da emissão da quinta folha a presença de plantas daninhas na cultura do milho reduziu o comprimento médio da espiga e número médio de grãos por fileira.

Provavelmente este fato não ocorreu no presente experimento por que a população de plantas daninhas foi composta predominantemente por corda-de-viola, e a densidade desta planta não foi suficiente para interferir nas características biométricas das plantas de milho e quantitativas das espigas do híbrido utilizado, as quais estavam dentro dos valores potenciais, sendo sua maior interferência no processo de colheita.

Tabela 9. Desdobramento das interações das análises conjuntas de experimentos em dois anos agrícolas (2016/17 e 2017/18), para: Comprimento de espiga (CE); Diâmetro de espiga (DE); Massa de 1000 grãos (M), número de grãos por fileira e número de fileiras por espiga. Jaboticabal, SP, 2019.

Ano	Períodos				
	CE (cm)	DE (mm)	M (kg)	Grãos/fileira	Fileiras/espiga
2016/17	15,05 a	50,30 a	0,28 a	33,13 a	18,93 a
2017/18	12,70 b	44,48 b	0,21 b	32,06 a	19,06 a
F interação (Ano)	218,50**	995,37**	1467,98**	3,48 ^{NS}	1,55 ^{NS}
DMS	0,34	0,40	0,004	1,23	0,22
Mecanizado					
2016/17	14,81 a	50,30 a	0,28 a	33,58 a	18,67 b
2017/18	13,10 b	45,09 b	0,22 b	31,63 b	19,00 a
F interação (Ano)	88,90**	166,59**	146,22**	39,31**	7,27*
DMS	0,47	1,04	0,01	0,8	0,32

Médias seguidas pela mesma letra para o mesmo experimento não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. ** e * Significativo ao nível de 0,01 e 0,05. ^{NS} Não significativo DMS – diferença mínima significativa.

Comparando os anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, observa-se que a precipitação afetou as características quantitativas das espigas, sendo que a baixa precipitação ocorrida entre os estádios R₃ e R₆ prejudicou a eficiência da translocação (à qual é extremamente dependente da água) dos fotoassimiliados das folhas e dos colmos para a espiga e grãos em formação, principalmente no estádio R₄, que, segundo Magalhães e Durães (2006) a falta de água nessa fase resulta em maior porcentagem de grãos leves e pequenos (massa de mil grãos (M)).

4.3. Experimentos para interferência na colheita mecanizada

4.3.1. Produtividade do milho e massa seca de corda-de-viola

Observa-se para a produtividade que houve interação significativa entre tratamentos e anos (Tabela 10). O estresse hídrico durante diferentes estágios de desenvolvimento pode reduzir a produção de grãos em diferentes graus, e a extensão da redução de produtividade depende não apenas da gravidade do estresse, mas também do estágio de desenvolvimento da planta. Sendo assim, a falta de chuva em alguns períodos críticos no segundo ano pode ter sido a causa para que isto

ocorresse, prejudicando a cultura do milho, como pode ser observado na diferença entre os tratamentos mantidos no limpo para os dois anos.

Tabela 10. Desdobramento das interações das análises conjuntas de experimentos em dois anos agrícolas (2016/17 e 2017/18), para dados de produtividade (kg ha^{-1}) do milho e massa seca (MS - kg ha^{-1}) de *I. grandifolia*. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Produtividade (kg ha^{-1})		MS <i>I. grandifolia</i> (kg ha^{-1})	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
1. Mato	8343 Aab	7881 Aa	1009 Aab	375 Ba
2.V ₂	7665 Ab	7941 Aa	1191 Aa	563 Ba
3.V ₄	8088 Aab	7674 Aa	802 Ab	455 Ba
4.V ₆	9023 Aab	7675 Ba	199 Ac	398 Aa
5.V ₈	8293 Aab	7875 Aa	111 Ac	302 Aa
6. Limpo	9143 Aa	7443 Ba	---	---
DMS (Ano dentro T)	830,25		210,69	
DMS (T dentro Ano)	1237,42		300,74	
C.V. (%)	6,29	7,97	27,42	22,19

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para o mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. DMS – diferença mínima significativa. C.V. – coeficiente de variação

A diminuição na precipitação na segunda safra, que ocorreu do estágio reprodutivo R₁ (04/01/2018) até aproximadamente 50 a 60 dias em diante (05/03/2018), fase de polinização e embonecamento até enchimento dos grãos, fez com que resultasse em menor produtividade em relação à safra do ano agrícola 2016/17. Esse fato também foi observado por Çakir (2004) que relatou que o déficit hídrico em um ou em dois estágios sensíveis (embonecamento e/ou formação de espigas) resultou em uma redução no rendimento de grãos. A cultura do milho, apesar de ser considerada eficiente na competição com plantas daninhas, sofreu interferência da comunidade infestante com predominância de *I. grandifolia*, que prejudicou o crescimento e o rendimento de grãos no ano agrícola 2016/17.

Na safra 2016/17, o tratamento mantido no limpo durante todo o ciclo da cultura diferenciou-se apenas do tratamento em que a cultura esteve em convivência com predominância de corda-de-viola desde o estágio V₂, mostrando que houve interferência da planta daninha, reduzindo a produtividade do milho. Esses resultados

corroboram os encontrados por Kozlowski (2002), que verificou que, da emergência do milho até o estágio V₇ corresponde ao período em que a cultura do milho deve permanecer livre da presença da comunidade infestante para que a sua produção não seja influenciada negativamente.

Ipomoea grandifolia pode causar grandes perdas em diversas culturas e, Voll et al. (2002) trabalhando com a espécie na cultura da soja obtiveram redução de 10% na produção com apenas três plantas m⁻². No ano agrícola 2016/17, a densidade de plantas de corda-de viola foi de 26 plantas m⁻² quando a cultura do milho estava em V₁₂, resultando em redução de 14,6% de produtividade no tratamento V₂ em comparação ao mantido no limpo durante todo ciclo da cultura. Este resultado está de acordo com os descritos por Blanco et al. (1976), que relatam a redução do rendimento da cultura do milho variando de 12 até 100% em função da espécie, do grau de infestação, das condições climáticas reinantes no período, além do estágio fenológico da cultura.

Este resultado pode ser justificado através da diferença na quantidade de massa seca acumulada por *I. grandifolia* (Tabela 10). No primeiro ano, a massa seca da corda-de-viola nos tratamentos em que permaneceu maior período em convivência com o milho (Mato, V₂ e V₄), foram superiores e diferiram significativamente dos demais.

Novamente, a falta de chuva ocorrida em alguns períodos no ano agrícola 2017/18, fez com que as plantas de *I. grandifolia*, semeadas principalmente junto com o milho, não se desenvolvessem e secassem (Figura 17) ou então, encurtassem seu ciclo, a ponto de acumular uma quantidade de massa vegetal aérea insuficiente para interferir na produtividade da cultura e, na colheita mecanizada.



Figura 17. Vista aérea dos dois experimentos (2016/2017: 02/05/2017 e 2017/2018: 03/05/2018) no momento da colheita mecanizada na cultura do milho com interferência predominante de *I. grandifolia*. Jaboticabal, SP, 2019.

4.3.2. Fluxo de alimentação, tempo de colheita, impurezas e perdas

As plantas de *Ipomoea grandifolia* são prejudiciais durante a colheita mecanizada em função do seu hábito de crescimento volúvel e ciclo biológico longo, portanto, segundo Vasconcelos et al. (2012) essas plantas reduzem a eficiência de práticas culturais, diminuem a qualidade do produto e, ainda dificultam a operação de colheita, fato este, observado no experimento realizado no ano agrícola, 2016/2017.

Vários fatores relacionados às interações máquina-planta durante o processo de colheita podem prejudicar a eficiência da mecanização e, alguns estão relacionados com a quantidade de material que entra nos sistemas internos das máquinas (Queiroz et al., 2004). Quanto ao fluxo de material, observa-se na Tabela 11 que os tratamentos no qual a corda-de-viola permaneceu por maior tempo no campo, proporcionou maior massa de *I. grandifolia*, aumentando o fluxo de material dentro da colhedora, o que é também a causa de possíveis embuchamentos. Porém, em nenhum dos experimentos isso ocorreu. Contudo, no ano agrícola 2016/17, o fluxo de material foi bem intenso (Figura 18) e, em uma maior área colhida, ou em colheita

realizada a maiores velocidades, provavelmente ocorreria danos e, talvez o embuchamento, atrapalhando e gerando mais custos ao processo de colheita.



Figura 18. Detalhe da massa de corda-de-viola no momento da colheita mecanizada do milho (02/05/2017) no tratamento V₂ no ano de 2016/17. Jaboticabal, SP, 2019.

Tabela 11. Comparação de média de análises conjuntas de experimentos em dois anos (2016/17 e 2017/18) para fluxo de alimentação (kg s⁻¹), tempo de colheita (s m⁻¹) e impurezas (%) na cultura do milho. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Fluxo (kg s ⁻¹)		Tempo de colheita (s m ⁻¹)		Impurezas (%)	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
1. Mato	1,133 Aab	0,468 Bab	1,38 a	1,18 a	5,04 ab	3,57 a
2.V ₂	1,385 Aa	0,700 Ba	1,35 a	1,20 a	5,13 a	3,65 a
3.V ₄	0,995 Ab	0,545 Bab	1,34 a	1,24 a	4,45 abc	3,09 a
4.V ₆	0,243 Bc	0,520 Aab	1,29 ab	1,13 a	3,40 c	3,25 a
5.V ₈	0,185 Ac	0,390 Ab	1,27 ab	1,14 a	3,69 abc	2,92 a
6.Limpo	---	---	1,11 b	1,07 a	3,57 bc	2,085 a
Teste F	54**	2,83 ^{NS}	5,73**	1,62 ^{NS}	5,67**	1,21 ^{NS}
DMS	0,33	0,31	0,18	0,21	1,48	2,37
CV (%)	18,75	25,98	6,22	7,94	15,29	33,35
F interação (T)	1,78 ^{NS}		6,72*		5,02 ^{NS}	
F interação (Ano)	1,57 ^{NS}		32,45**		24,94**	
F interação (TxAno)	21,92**		0,88 ^{NS}		0,82 ^{NS}	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha para o mesmo parâmetro avaliado não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% (p>0,05) de probabilidade. ** e * Significativo ao nível de 0,01 e 0,05 respectivamente. ^{NS} Não significativo. DMS – diferença mínima significativa.

No ano agrícola de 2016/2017, a presença de *I. grandifolia* fez com que a eficiência de trabalho da máquina fosse diminuída nos tratamentos mantidos no mato, V₂ e V₄ quando comparados aos tratamentos mantidos no limpo, o que levou a um tempo maior na colheita destes tratamentos, evidenciando que as plantas adultas de

corda-de-viola entrelaçadas com os colmos e folhas do milho afetaram a prática desta operação. Tal fato também foi observado por Piza et al. (2016) para a colheita mecanizada da cultura da cana-de-açúcar.

Plantas do gênero *Ipomoea* são tolerantes em estágio mais avançado ao glifosato, e como o ciclo é geralmente mais longo que o do milho, torna-se difícil colheita em áreas altamente infestadas, pois seus ramos se emaranham nas plantas, além de aumentar as impurezas. Portanto, assim como o tempo de colheita, a porcentagem de impurezas, principalmente no tratamento V₂, foi bem superior ao tratamento mantido no limpo, ou seja, além de um maior tempo para colher áreas infestadas com corda-de-viola que emergiram no início do desenvolvimento da cultura, o produto colhido irá conter maior quantidade de impurezas.

Sabe-se que a máxima qualidade das sementes é em função das suas condições de produção no campo e, mesmo depois de colhida, elas contêm materiais indesejáveis os quais devem ser removidos, dentre eles, sementes de plantas daninhas, para evitar que sejam levadas para outras áreas. Foi observado nas impurezas separadas do material amostrado no experimento de 2016/17 uma grande quantidade de sementes de *I. grandifolia*.

A corda-de-viola, por possuir um ciclo reprodutivo bastante longo, suas plantas ainda verdes podem dificultar a colheita mecanizada e, mesmo sem ocorrer embuchamento, a presença destas plantas interferiu nas características de colheita avaliadas, principalmente nas plantas dos tratamentos mantidos no mato e V₂ na safra 2016/17, reduzindo a eficiência mecânica da colheita com a diminuição da velocidade (aumento de tempo), mais impurezas no produto colhido e, proporcionando maiores perdas (Tabela 12).

Segundo Bertonha et al. (2012), na colheita mecanizada do milho podem ocorrer perdas que reduzem a produtividade, fato este que pode ser observado nestes experimentos. As perdas também diferiram significativamente, principalmente nos tratamentos mantidos no mato e V₂, nos quais os valores encontrados foram de 0,32 e 0,47% respectivamente para o ano agrícola 2016/17, porém estando dentro dos limites toleráveis de 60 kg ha⁻¹ definido por Mesquita et al. (2002).

Tabela 12. Comparação de média de análises conjuntas de experimentos em dois anos (2016/17 e 2017/18) para perdas (kg ha⁻¹) pela interferência de *I. grandifolia* na cultura do milho. Jaboticabal, SP, 2019.

Tratamentos	Perdas (kg ha ⁻¹)	
	2016/17	2017/18
1. Mato	27,34 Ab	10,49 Aa
2.V ₂	37,28 Aa	9,78 Ba
3.V ₄	22,25 Abc	14,15 Ba
4.V ₆	17,51 Ac	10,13 Ba
5.V ₈	20,32 Abc	7,98 Ba
6.Limpo	5,25 Ad	7,16 Aa
Teste F	22,15**	2,37 ^{NS}
DMS	10,38	7,27
CV (%)	20,85	31,80
F interação (T)	1,41 ^{NS}	
F interação (Ano)	8,34*	
F interação (TxAno)	12,98**	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha para o mesmo parâmetro avaliado não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p > 0,05$) de probabilidade. ** e * Significativo ao nível de 0,01 e 0,05 respectivamente. ^{NS} Não significativo. DMS – diferença mínima significativa. C.V. – coeficiente de variação.

Em relação a perdas, observa-se que, os tratamentos que obtiveram maiores perdas foram os que continham uma maior massa de corda-de-viola enrolada nos colmos das plantas de milho na altura da plataforma (Figura 19), com R^2 de 0,77, observando-se correlação positiva entre perda em função da interferência e do acúmulo de massa seca pelas plantas daninhas.

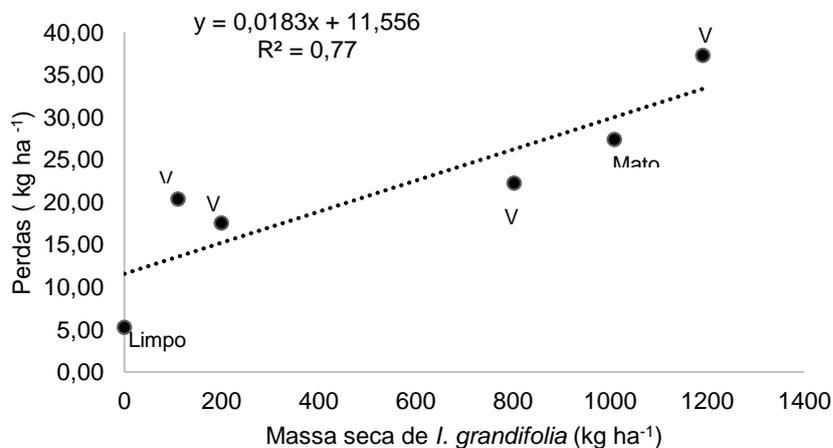


Figura 19. Relação entre perdas (kg ha⁻¹) e massa seca de *I. grandifolia* (kg ha⁻¹) nos diferentes tratamentos na cultura do milho na safra 2016/17. Jaboticabal, SP, 2019.

Para o tempo de colheita, porcentagem de impurezas e perdas, observa-se que houve interação entre os anos (Tabela 13), reforçando os dados anteriores em que, na primeira safra, as condições climáticas estavam mais favoráveis para o crescimento e desenvolvimento da corda-de-viola, e isto fez com que ela interferisse negativamente na operação de colheita da cultura.

Tabela 13. Desdobramento das interações das análises conjuntas de experimentos em dois anos de experimento (2016/17 e 2017/18), para tempo de colheita ($s\ m^{-1}$), impurezas (%) e perdas ($kg\ ha^{-1}$) por *I. grandifolia* (%) na cultura do milho. Jaboticabal, SP, 2019.

Ano	T. colheita ($s\ m^{-1}$)	Impurezas (%)	Perdas ($kg\ ha^{-1}$)
2016/17	1,29 a	4,21 a	21,66 a
2017/18	1,16 b	3,09 b	9,95 b
F interação (Ano)	32,45**	24,94**	8,34*
DMS	0,06	0,57	10,42

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% ($p>0,05$) de probabilidade; ** e * Significativo ao nível de 0,01 e 0,05 respectivamente. DMS – diferença mínima significativa.

Além dos problemas observados anteriormente, as cordas-de-viola podem produzir grandes quantidades de sementes, cerca de 50 a 300 por planta, entre os meses de janeiro a maio (Lorenzi, 2008), sendo este último, o mês em que foram realizadas as colheitas dos experimentos. Portanto, além de causar problemas durante o processo de colheita mecanizada, a dispersão destas sementes pode ser facilitada no momento da operação, incrementando o banco de sementes do solo.

A importância da corda-de-viola tem aumentado em várias culturas devido à dificuldade de controle com glifosato, em função a sua tolerância a este herbicida (Galon et al., 2013). Isso evidencia a necessidade de se adotar práticas que proporcionem um controle eficiente de *I. grandifolia* no início do ciclo da cultura, sendo, na prática, este o período em que a planta daninha deverá exercer sua maior interferência competitiva.

4.3.3. Análise econômica

Em se tratando de colheita mecanizada, além das perdas naturais, outros fatores podem contribuir para que esse valor aumente significativamente e dentre eles

estão as plantas daninhas. Para tanto, foi realizada uma análise econômica simples, considerando os valores de mercado da cultura do milho e os custos das perdas na colheita. O milho (saco de 60 kg) foi negociado a US\$9.00 e US\$11.64 em maio de 2017 e maio de 2018, respectivamente. Com estes valores, em maio de 2017 a quantidade de grãos perdidos foi precificada em US\$ 246.06 ha⁻¹ (cultura mantida em convivência), US\$ 335.52 ha⁻¹ (V₂), US\$ 200.25 ha⁻¹ (V₄), US\$ 157.59 ha⁻¹ (V₆), US\$ 182.88 ha⁻¹ (V₈) e US\$ 47.25 ha⁻¹ (cultura mantida no limpo), representando um ganho decorrente da diminuição das perdas entre US\$ 110.34 ha⁻¹ (V₆ - cultura mantida no limpo) e US\$ 288.27 ha⁻¹ (V₂ - cultura mantida no limpo).

Para o ano de 2018 a quantidade de grãos perdidos foi precificada em US\$ 122.10 ha⁻¹ (cultura mantida em convivência), US\$ 113.84 ha⁻¹ (V₂), US\$ 164.71 ha⁻¹ (V₄), US\$ 117.91 ha⁻¹ (V₆), US\$ 92.89 ha⁻¹ (V₈) e US\$ 83.34 ha⁻¹ (cultura mantida no limpo), representando um ganho decorrente da diminuição das perdas entre US\$ 9.54 ha⁻¹ (V₈ - cultura mantida no limpo) e US\$ 38.76 ha⁻¹ (cultura mantida em convivência - cultura mantida no limpo). No presente trabalho, o menor ganho obtido com a redução das perdas na safra 2017/18 pode ser explicado pela diminuição na precipitação ocorrida a partir do estágio R₁, o que fez com que as plantas de *I. grandifolia* não desenvolvessem e secassem ou, então, encurtassem seu ciclo, a ponto de acumular uma quantidade de massa insuficiente para interferir na produtividade da cultura e na colheita mecanizada. Mesmo assim, do ponto de vista econômico, a manutenção da cultura no limpo interfere na viabilidade da colheita, resultando em maiores ganhos econômicos para o produtor.

Em condições climáticas favoráveis para o crescimento e desenvolvimento de *I. grandifolia*, estas, quando não controladas nos primeiros estágios da cultura do milho, podem acarretar perdas 7 vezes maiores do que as perdas que ocorreriam caso a cultura fosse mantida no limpo durante todo ciclo e, segundo dados da CONAB (2018), acredita-se que a safra 2018/19 disporá de uma grande disponibilidade de milho, o que pode pressionar os preços internos do cereal.

A busca e a exigência por produtos de excelência em qualidade, aliados a preços acessíveis, são o ponto fundamental para os consumidores no momento de adquirir uma mercadoria. Não muito longe disso, estão empresas e indústrias que compram matérias-primas e as beneficiam, buscando atender às exigências dos

consumidores (Silva et al., 2008). O fato é que a matéria-prima deve sair de sua origem, o campo, com o máximo de qualidade possível. Então, além da grande perda de grãos no processo de colheita com a presença de *I. grandifolia*, a quantidade de sementes das plantas daninhas encontradas no material colhido, também diminuirá seu valor.

Segundo Labrada (1995), as plantas daninhas são atualmente um dos principais problemas de tecnologia agrícola dos países desenvolvidos e de boa parte dos países em desenvolvimento, e a evolução dos sistemas de proteção vegetal dependerá, ao menos parcialmente, do aperfeiçoamento das práticas de controle de tais plantas.

Portanto, o estudo de quanto e a partir de qual estágio fenológico do milho as cordas-de-viola interferem na produtividade e colheita da cultura, nos permite estabelecer estratégias de manejo mais racionais, o que é essencial para uma agricultura mais sustentável e tecnificada. Segundo Fernandes et al. (2000), por localizarem-se no início do processo de produção, as operações agrícolas são de fundamental importância para a melhoria de todo o processo produtivo, uma vez que cada operação influi diretamente sobre a operação subsequente e, conseqüentemente, no desenvolvimento da planta.

5. CONCLUSÕES

Em condições com disponibilidade hídrica favorável:

A interferência de uma população de *I. grandifolia* não afetou o crescimento (até V_{12}) das plantas de milho, mas, diminuiu o acúmulo de massa seca, de macronutrientes e a produtividade de grãos de milho.

A cultura do milho convivendo com uma população de *I. grandifolia* entre os estádios fenológicos V_4 e V_{12} apresentou interferência negativa sobre a produtividade.

Não houve alteração nos parâmetros biométricos da cultura do milho, bem como nas características quantitativas das espigas em resposta a interferência das plantas daninhas.

Além da interferência direta, principalmente devido à competição, as cordas-de-viola afetam indiretamente a cultura do milho, causando perdas durante a operação de colheita, a presença da corda-de-viola aumentou o fluxo de material na colhedora, o tempo de colheita e a quantidade de impurezas.

A manutenção da cultura no limpo sem a presença de plantas daninhas viabiliza economicamente a colheita, resultando em ganhos econômicos para o produtor.

5. REFERÊNCIAS

- Almeida FS (1981) Eficácia de herbicidas pós-emergente no controle de plantas daninhas na cultura do milho. IAPAR. Londrina: **Plantio direto no Estado do Paraná**, p. 101-144 (Circular, 23).
- Azania AAPM, Azania CAM, Gravena R, Pavani MCMD, Pitelli RA (2002) Interferência da palha de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) na emergência de espécies de plantas daninhas da Família Convolvulaceae. **Planta Daninha** 20:207-212.
- Bachega LPS, Carvalho LB, Bianco S, Cecilio Filho AB (2013) Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo. **Planta Daninha** 31:63-70.
- Balastreire LA (1987) Colheita. In: **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, p.269-307.
- Balastreire LA (1990) **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole. p. 146-207.
- Baskin CC, Baskin JM (1998) Ecology of seed dormancy and germination in greases. In: Cheplick GP (Eds.). **Population biology of grasses**, Cambridge: Cambridge University Press, p. 30-83.
- Baskin CC, Baskin JM (2004) **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 666 p.
- Bertonha RS, Silva RP, Barrozo LM, Cavichioli FA, Cassia MT (2012) Perdas e desempenho de sementes de milho em dois sistemas de preparo do solo e velocidades de deslocamento da colhedora. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 11:243-253.
- Bertonha RS, Silva RP, Furlani CEA, Nascimento JM, Zerbato C (2015) Atributos agronômicos e perdas na colheita mecanizada de milho em função do manejo da cultura de cobertura. **Revista Agrarian** 30: 444-447.
- Bianco S, Pitelli RA, Carvalho LB (2007) Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* (L.) Merr. e *Euphorbia heterophylla* L. **Ens. Ci.** 11:61-72.

Bianco S, Carvalho LB, Bianco MS, Pitelli RA (2012) Acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Glycine max* e *Solanum americanum*. **Planta Daninha** 30:87-95.

Bianch MA, Fleck NG, Lamego FP (2006) Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. **Ciência Rural**, 36:1.380-1.387.

Blanco HG, Araujo JBM, Oliveira DA (1976) Estudo sobre competição das plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.), determinação do período de competição. **Arquivos do Instituto Biológico** 43:105-114.

Çakir R (2004) Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. **Fiel Crop Research** 89:1-16.

Carvalho Filho A, Cortez JW, Silva RP, Zago MS (2005). Perdas na colheita mecanizada de soja no Triângulo Mineiro. **Revista Nucleus** 3:57-60.

Carvalho LB, Bianco S, Pitelli RA, Bianco MS (2007) Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de milho var. BR 106 e *Brachiaria plantaginea*. **Planta Daninha** 25:293-301.

Carvalho LB, Bianco S, Bianco MS (2014) Estudo comparativo do acúmulo de massa seca e macronutrientes por plantas de *Zea mays* e *Ipomoea hederifolia*. **Planta Daninha** 32:99-107.

Chiovato MG, Galvão JCC, Fontanétti A, Ferreira LR, Miranda GV, Rodrigues OL, Borba AN (2007) Diferentes densidades de plantas daninhas e métodos de controle nos componentes de produção do milho orgânico. **Planta daninha** 25:277-283.

CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento (2019) Acompanhamento da safra brasileiro de grãos, v. 6 Safra 2018/19 - Quarto levantamento, Brasília, p. 1-126. Disponível em < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

Cortez JW, Furlani CEA, Silva RP (2009) Sistemas de adubação e consórcio de culturas intercalares e seus efeitos nas variáveis de colheita da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, 29:277-287.

Cox WJ, Hahn RR, Stachowski PJ, (2006) Time of weed removal with glyphosate affects corn growth and yield components. **Agron. J.** 98:349–353.

Cruz DLS, Rodrigues GS, Dias F de O, Alves JMA, Albuquerque JAA (2010) Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. **Revista Agroambiente** 3: 58-63.

Cury JP, Santos JB, Silva EB, Braga RR, Carvalho FP, Valadão Silva D, Byrro ECM (2013) Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta Daninha** 31:79-88.

Davis VW (1964) What about grain storage? Part 1 – Don't on harvest grain problems. **Crops & Soils** 16:15-16.

Defelice M (2001) Critical period of weed interference in corn and proper timing of herbicide programs. Disponível em: (http://www.pioneer.com/usa/crop_management/national/timing_cornherb.html).

Duarte AP, Deuber R (1999) Levantamento de plantas infestantes em lavouras de milho 'safrinha' no Estado de São Paulo. **Planta Daninha** 17: 297-307.

Egley GH (1995) Ethylene, nitrate and nitrite interactions in the promotion of dark germination of common purslane seeds. **Ann. Bot.** 53:833-840.

Embrapa (1999) Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: **Embrapa**: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 412 p.

Embrapa (2006) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Londrina: Embrapa: Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil, 225 p.

Fancelli AL, Dourado Neto D (2000) **Produção de milho**. Guaíba: AGROPECUÁRIA, 360p.

Faria RM, Santos T, Tuffi Santos LD (2014) Weed interference on growth and yield of transgenic maize. **Planta Daninha** 32:515–520.

FAO: Food as agricultural organization (2017) **FAOSTAT data base for agriculture**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 10 de nov 2017.

Fernandes RAT, Milan M, Peche Filho A (2000) Gerenciamento da qualidade em operações mecanizadas de um sistema de produção de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola** 20:215-20.

Fontes JRA, Gonçalves JRP (2009) Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. EMBRAPA: Circular técnica, 12p.

Galon L, Ferreira EA, Aspiazú I, Concenço G, Silva AF, Silva AA, Vargas L (2013) Glyphosate translocation in herbicide tolerant plants. **Planta Daninha** 31: 193-201.

Galvão JCC, Miranda GV, Trogello E, Fritsche-Neto R (2014) Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Ceres** 61: 819-828.

Gantoli G, Ayala VR, Gerhars R (2013) Determination of the critical period for weed control in corn. **Weed Technology**, 27: 63–71.

Ghanizadeh H, Lorzadeh S, Aryannia N (2014). Effect of weed interference on *Zea mays*: growth analysis. **Weed Biol. Manag.** 14:133–137.

Glat D (2002) Perspectivas do milho para 2002. **Plantio Direto**, Passo Fundo, 69:15-17.

Gonçalves ML (2008) **Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE.

Griffin GA (1991) Combine harvesting. In: JOHN DEERE COMPANY. **fundamentals of machine operation**. 4 ed. Illinois: Malone, 216p.

Grime JP (1979) Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que controlan la vegetación. México, D.F.: Noruega, 291 p.

Gurgel, FL (2018). A cultura da soja. Disponível em <<http://www.ebah.com.br/CONTENT/ABAAAARc8AA/cultivo-soja>>: Acesso em 20 Set. 2018.

Hanashiro RK, Mingotte FLC, Fornasierl Filho D (2015) Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica** 12: 58-59.

Jorgensen SS (1977) Metodologia utilizada para análises químicas de rotina: guia analítico. Piracicaba: CENA, 24 p.

Karam D, Melhorança AL (2007) Plantas Daninhas. In: Cruz JC, Versiani RP, Ferreira MTR (Ed.). Cultivo do milho. Sete Lagoas: **EMBRAPA** Milho e Sorgo. Sistema de produção.

Karam D, Melhorança AL, Oliveira MF, Silva JAA (2011) Sistema de produção. Cultivo do milho. **Plantas Daninhas**.

Kavaliauskait D, Bobinas Č (2006) Determination of weed competition critical period in red beet. **Agronomy Research** 4:217-220.

Kissmann KG, Groth D (1999). Plantas infestantes e nocivas. São Paulo: BASF, Tomo II. 978 p.

Kozlowski LA (2002) Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha** 20:365-372.

Kozlowski LA, Koenler HS, Pitelli RA (2009) Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha** 27:481–490.

Labrada R (1995) Manejo de malezas y agricultura sostenible. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS. **Palestras...** Florianópolis: SBCPD, p. 13-19.

Lorenzi H (2008) Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: INSTITUTO PLANTARUM, 425p.

Loureiro DR, Fernandes HC, Teixeira MM, Leite DM, Costa MM (2012) Perdas quantitativas na colheita mecanizada do milho cultivado em espaçamentos reduzido e convencional. **Ciências Agrárias** 33:565-574.

Magalhães PC, Durães FOM (2006) **Fisiologia da produção do milho**. Sete Lagoas Embrapa: Milho e Sorgo, 10 p. (Embrapa-Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

Mantovani EC (1989) Colheita mecânica do milho. In: **Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho**. Campinas. Fundação Cargill, p. 1-24 (Serie técnica, 2).

Marques LJP (2015) **Interferência das plantas daninhas na nutrição e produtividade da cultura da berinjela cultivar 'nápoli' com e sem tutoramento e desbrota** 126f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Martins D. et al. (1999) Emergência em campo de dicotiledôneas infestantes em solo coberto com palha de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, 17:151-161.

Martins TA, Carvalho LB, Bianco MS, Bianco S (2010) Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por plantas de *Merremia aegyptia*. **Planta Daninha**, 28:1023-1029.
Martin TN, Venturini T, Api I, Pagnoncelli A, Vieira Jr PA (2011) Perfil do manejo da cultura de milho no sudoeste do Paraná. **Revista Ceres**, 58:1-8.

Melo CAD, Guimarães FAR, Gonçalves VA, Benevenuto SS, Ferreira GL, Ferreira LR, Ferreira FA (2015) Acumulo de macronutrientes por plantas daninhas e de milho em convivência em solos com diferentes manejos de fertilidade. **Semina: Ciências Agrárias** 36:669:682.

Mesquita CM, Costa NP, Mantovani EC, Andrade JGM, França Neto JB, Silva JG, Fonseca JR, Portugal FAF, Guimarães Sobrinho JB (1988) **Como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz**. p 19-22. (EMBRAPA-CNPSO – Manual do produtor).

Mesquita CM, Costa NP, Pereira JE, Maurina AC, Andrade JGM (2002) Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. **Engenharia Agrícola** 22: 398-406.

Molisch H (1937) Der einflusseinerplanze auf die andere - Allelopathie. Jena:Germay, 116p.

Monquero PA, Amaral LR, Binha DP, Silva PV, Silva AC, Martins FRA (2008) Mapas de infestação de plantas daninhas em diferentes sistemas de colheita da cana-de-açúcar. **Planta Daninha** 26:47-55.

Muller CH (1969) Allelopathy as a factor ecological process. **Vegetatio** 18: 348- 357.

Mueller-Dombois, Ellenberg H (1974) Aims and methods of vegetation ecology. New York: JOHN WILEY & SONS, 547p.

Oliveira FCS (2018) **Interferência das plantas daninhas na produtividade e nutrição da cultura do milho verde em São Luís-MA** 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Pagnoncelli FB, Trezzi MM, Brum B, Vidal RA, Porte AF, Scalon EL, Pimentel-Gomes F (2017) Morning glory species interference on the development and yield of soybeans. **Bragantia** 76:.470-479.

Pazuch D, Trezzi MM, Diesel F, Barancelli MVJ, Batistel SC, Pasini R (2014). Superação de dormência em sementes de três espécies de *Ipomoea*. **Ciência Rural** 45:192-199.

Pinheiro Neto R, Gamero CA (1999) Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas de grãos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Energia na Agricultura**, Botucatu, 14:69-81.

Pitelli RA, Durigan JC (1984) Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: Congresso brasileiro de herbicidas e plantas daninhas, e VI congresso de la asociacion latinoamericana de malezas (ALAM). **Resumos...** Belo Horizonte: SBHED p.37.

Pitelli RA (1985) Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec** 129:16-27.

Pitelli RA (1987) Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF** 4:1–24.

Pitelli, RA (2000) Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **J. Conserb** 1:1-7.

Pitelli RA (2001) Estudo fitossociológico de uma comunidade infestante da cultura da cebola. **Jornal Conseb** 1: 1-7.

Pitelli RA (2014) Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: Monquero P (Ed). **Aspectos da Biologia e Manejo das Plantas Daninhas**. São Carlos,p. 400.

Piza CST, Nepomuceno MP, Alves PLCA (2016) Period prior to interference of morning glory in sugarcane. **Científica** 44:543-548.

Prado RM (2008) Nutrição de Plantas. UNESP: São Paulo, 407p.

Procópio SO, Santos JB, Pires FR, Silva AA, Mendonça ES (2005) Absorção e utilização do fósforo pelas culturas da soja e do feijão e por plantas daninhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** 29: 911-921.

Puga AP, Prado RM, Correia MAR, Almeida TB (2010) Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional da chicória cultivada em solução nutritiva. **Revista Agrarian**, 3: 56-62.

Queiroz DM, Souza CM, Pinto FAC, Mantovani EC (2004) Simulação dos processos de trilha e separação em colhedoras de grãos. **Revista Engenharia na Agricultura** 12:105-117.

Radosevich SR, Holt JS (1984) Weed ecology: implications for vegetation management. New York: John Wiley & Sons, 263 p.

Radosevich SR, Holt JS, Ghera C (1997) Weed Ecology (2.ed). New York: WILEY, 588p.

Raimondi MA, Oliveira Jr RS, Constantin J, Franchini LHM, Biffe DF, Blainski É, Raimondi RT (2014) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do algodão em semeadura adensada na safrinha. **Planta Daninha** 32:521-532.

Ritchie SW, Hanway JJ, Benson GO (1993). **How a corn plant develops**. Ames: Iowa: Cooperative Extension Service, 21p. (Special Report, 48).

Ross MA, Lembi CA (2008) Applied weed science: including the ecology and management of invasive plants. Prentice Hall: New Jersey Columbus, 3rd, 561p.

Rossi IH, Osuna JA, Alves PLCA, Bezutte AJ (1996) Interferência das plantas daninhas sobre algumas características agronômicas e a produtividade de sete cultivares de milho. **Planta Daninha**, 14:134-148.

Sales JGC, Constantin J (2000) Interferência de plantas daninhas na colheita mecânica da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, p 29.

Salgado TP, Salles MS, Martins JVF, Alves PLCA (2007) Interferência das plantas daninhas no feijoeiro carioca. **Planta Daninha**, 25: 443-448.

Santos JP, Mantovani EC (1977) **Perdas de grãos na cultura do milho: pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento**. Embrapa: Milho e Sorgo, 40 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 24).

Santos JP (2005). Pragas de grãos armazenados. **Embrapa: Milho e Sorgo**. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br>. Acesso em 22 mar. 2015.

Sarruge JR, Haag HP (1974) Análises químicas em plantas. Piracicaba: ESALQ/USP, 56p.

Schlichting AF (2012) **Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio**. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, UFMT.

Scholten R, Parreira MC, Alves PLCA (2011) Período anterior à interferência das plantas daninhas para a cultivar de feijoeiro 'Rubi' em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, 33: 313-320.

Sheibany K, Baghestani MA, Atri A (2009) Competitive effects of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) on growth indices and yield of corn. **Weed Biol. Manag.** 9:152–159.

Silva RP, Caixeta RV, Silva EC (1998) Perdas de grãos ocorridas na pré-colheita e mecanismos internos de uma colheitadeira de milho (*Zea mays*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, p. 214-216.

Silva AA, Ferreira FA, Ferreira LR, Santos JB (2007) Biologia de plantas daninhas. In: Silva AA, Silva JF. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 318p.

Silva RP, Corrêa CC, Cortez JW, Furlani CEA (2008) Controle estatístico aplicado ao processo de colheita mecanizada de cana-de-açúcar. **Eng. Agríc.**,28:292-304.

Silva MRM, Durigan JC (2009) Períodos de interferência das plantas daninhas na cultura do arroz de terras altas. li - cultivar caiapó. **Bragantia** 68, :373-379.

Souza CMA, Queiroz DM, Mantovani EC, Cecon PR (2002) Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento** 27:21-29.

Souza CMA, Rafull LZL, Reis EF, Sobrinho TA (2006) Perdas na colheita mecanizada de milho em agricultura familiar da zona da mata mineira. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** 5:280-290.

Souza MF, Martins MQ, Silva MFO, Coelho RI (2012) Omissão de macronutrientes em mudas de biribazeiro (*Rollinia mucosa* [Jacq.]Baill) cultivadas em solução nutritiva. **Agronomía Colombiana** 30: 41-45.

Swanton CJ, Nkoa R, Blackshaw RE (2015) Experimental methods for cropweed competition studies. **Weed Science** 63: 2-11.

Tursun N, Datta A, Sakinmaz MS, Kantarci Z, Knezevic SZ, Chauhan BS (2016) The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection** 90:59-65.

USDA – United States Departamento of Agriculture (2018). Disponível em: <<https://www.nass.usda.gov/Newsroom/2018/index.php>>. Acesso em 01 fev. 2018.

Vallerio FA (2005) **Perdas na colheita do milho (*Zea mays* L.) em função do manejo de culturas de cobertura e população de plantas.** 42 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Unesp, Jaboticabal.

Vasconcelos MCC, Silva AFA, Lima RS (2012) Interferência de Plantas Daninhas sobre Plantas Cultivadas. **Agropecuária Científica no Semi-Árido** 8:01-06.

Vidal RA, Spader V, Fleck NG, Merotto JR. A (2004) Nível de dano econômico de *Brachiaria plantaginea* na cultura de milho irrigado. **Planta Daninha** 22:63-69.

Vitti GC (1989) Avaliação e interpretação do enxofre no solo e na planta. FUNEP: Jaboticabal: FUNEP, 37 p.

Vogt GA, Balbinot Junior AA, Trezzi MM, Hemp S, Nicknich W (2014). Relação de interferência mútua entre plantas daninhas e sete cultivares de feijão do grupo Carioca. **Agropecuária Catarinense**, 27: 88-93.

Voll E, Gazziero DLP, Brighenti AAM, Adegas FS (2002) Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha** 20:17-24.

Volpe AB, Donadon CC, Verde DA (2011) **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho (*Zea mays* L.)** - Biologia e Manejo de Plantas. Daninhas. Departamento de Produção Vegetal - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Zelaya IA, Oven MDK, Pitty A (1997) Effect of tillage and environment on weed population dynamics in the dry tropics. **Ceiba** 38:123-135.

Zimdahl RZ (2004) Weed-crop competition: a review. Blackwell Publishing: Oxford, 2ª Ed, 220p.

Wandscheer ACD, Rizzardi MA, Reichert M (2013) Competitive ability of corn in coexistence with goosegrass. **Planta Daninha** 31:281-289.

Wilson JH (1968) Water relations of maize. Effects of severe soil moisture stress imposed at different stages of growth on grain yields of maize. *Rhod. J. Agric. Res* 6: 103-105.

Apêndice A

Dados climáticos diários de temperatura (°C - máxima, mínima e média) e precipitação (mm) durante a condução dos experimentos nos anos agrícolas 2016/17 e 2017/18, obtidos junto a Estação Agroclimatológica da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), Câmpus de Jaboticabal.

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/11/2016	30	19,3	23,4	0	01/11/2017	30,4	16,1	22,9	0
02/11/2016	33,7	19,6	24,9	1	02/11/2017	32,5	15,2	23,8	0
03/11/2016	27,6	19,6	22,3	20,6	03/11/2017	32,7	17,9	24,5	10,4
04/11/2016	28,7	19,2	22,7	0	04/11/2017	30,8	18,8	23,3	14,6
05/11/2016	31,8	17,6	22,5	0,5	05/11/2017	24	18,4	21,1	0
06/11/2016	31,3	16,6	21,7	121,9	06/11/2017	29,1	17,2	22,6	0
07/11/2016	31	17	23,4	0	07/11/2017	30,8	16,9	23,5	0
08/11/2016	32,6	17,1	24,8	0	08/11/2017	30,7	17,6	23	35,2
09/11/2016	32,7	20,1	24,8	12,8	09/11/2017	30,3	18,9	23,6	1,5
10/11/2016	32,8	18,9	25,4	0	10/11/2017	31,2	19,6	24,5	12
11/11/2016	33	20	25,9	0	11/11/2017	28,7	19,7	23,3	4
12/11/2016	30,1	19,1	22,6	25,8	12/11/2017	29,7	17	23,6	0
13/11/2016	21,1	18,1	19,3	43	13/11/2017	31,4	16,9	24,4	0
14/11/2016	24,9	16,8	19,9	1,8	14/11/2017	33,8	16,3	25,3	0
15/11/2016	29	16,6	22,6	0	15/11/2017	33,4	18,5	25,3	15
16/11/2016	30,9	18,4	24,7	0	16/11/2017	33,4	20,4	25,1	46,6
17/11/2016	31,3	19	24,2	0	17/11/2017	30	18,3	23,6	0
18/11/2016	30	16	23,3	0	18/11/2017	30,1	19,4	23	11,1
19/11/2016	26,7	11,9	19,2	0	19/11/2017	28,5	19,6	23,6	15
20/11/2016	29,8	12	21,4	0	20/11/2017	29,7	20	24,3	5,7
21/11/2016	29,8	16,5	23,1	0	21/11/2017	28,4	20,7	23	34,9
22/11/2016	30,5	20	24,7	0	22/11/2017	27,4	19,1	23,1	0
23/11/2016	28,2	20	23,3	0	23/11/2017	30,1	17	23,5	0
24/11/2016	32,5	19,1	25,5	0	24/11/2017	33,1	18,5	25,4	0
25/11/2016	33,2	20,5	26,5	0	25/11/2017	33,6	19,4	26	23,3
26/11/2016	33,3	20,8	26	0	26/11/2017	24,6	19,7	21,7	0,5
27/11/2016	33,7	20,9	26,4	0	27/11/2017	25,6	18,9	21,4	0,2
28/11/2016	32,4	21,4	24,9	1,6	28/11/2017	31,1	18,1	24,3	0
29/11/2016	32,9	21,5	24,8	17,5	29/11/2017	31,8	17,7	24,5	0
30/11/2016	29,7	18,4	22,8	0	30/11/2017	30,24	18,34	23,70	0

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/12/2016	30,6	17,1	23,4	0	01/12/2017	22,7	17,8	19,5	19,9
02/12/2016	32,1	20,3	25,1	0,3	02/12/2017	26,8	18,8	21,7	0,4
03/12/2016	30,3	20,3	23,2	10,6	03/12/2017	30,4	19,5	24,1	0
04/12/2016	27,4	19,5	22,6	25	04/12/2017	32,7	20,1	26,4	0
05/12/2016	31,8	19,8	25,1	0	05/12/2017	32,6	20,5	25,3	13,4
06/12/2016	32,8	19	25,6	0	06/12/2017	28,4	20,7	23,8	1
07/12/2016	32,6	19,7	25,7	2,8	07/12/2017	30,1	21,5	24,2	10,5
08/12/2016	32,6	19,9	24,7	3,1	08/12/2017	31,2	21,7	25,7	0
09/12/2016	30,5	20,2	23,5	19,1	09/12/2017	32	19	25	0
10/12/2016	30,2	20,5	23,7	3,6	10/12/2017	32,6	20,7	26,7	0,4
11/12/2016	29,6	21,3	23,9	10,1	11/12/2017	32,2	21,5	26,7	0
12/12/2016	30,4	20,8	25,1	0	12/12/2017	31,6	19,9	25,1	0
13/12/2016	31,5	20	24,8	9,2	13/12/2017	32	18,8	25,1	0
14/12/2016	30,1	21,2	24,1	2,1	14/12/2017	30,7	18,9	24,9	0
15/12/2016	27,7	17,8	22,9	0,5	15/12/2017	32,3	20	24,7	0
16/12/2016	27,1	16,5	21,6	0	16/12/2017	31,1	19,7	24,7	4,7
17/12/2016	31	16,8	22,6	9,4	17/12/2017	32,2	19,4	25,1	0
18/12/2016	31	18,5	24,1	0,2	18/12/2017	32,7	19,4	25,2	0
19/12/2016	31,2	18,8	22,7	4	19/12/2017	33,6	20,4	25,5	0
20/12/2016	30,2	18,4	22,9	8,1	20/12/2017	32	19,9	25,6	0
21/12/2016	28,7	18,8	22,9	23,7	21/12/2017	24,3	19,8	21,6	2,2
22/12/2016	30,7	17,9	23,9	1	22/12/2017	26,9	19,7	22,6	0,6
23/12/2016	32,9	19,6	26	10,5	23/12/2017	31,6	20,6	24,7	0
24/12/2016	30,8	19	24,8	0	24/12/2017	31,6	19,4	24,5	1,8
25/12/2016	34	19,7	26,5	1,8	25/12/2017	30,5	20,8	23,4	0,4
26/12/2016	33,3	19,6	25,7	0	26/12/2017	31,8	19,6	24,7	0
27/12/2016	33,3	20,6	27,2	0	27/12/2017	33,7	20,7	25,5	3,6
28/12/2016	32,4	18	24,7	39,3	28/12/2017	32,9	20,3	26,1	1
29/12/2016	32,7	20,7	25,7	0	29/12/2017	31,6	19,8	24,3	8,1
30/12/2016	31,7	18,6	25,1	0	30/12/2017	24,9	19,3	21,4	49,7
31/12/2016	31,7	20,6	25,8	0	31/12/2017	24,8	20	21,1	6

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/01/2017	32,9	20,2	26,2	0	01/01/2018	30	19	23,2	20
02/01/2017	31,1	20,8	25,9	0	02/01/2018	27,3	20,1	21,6	30,8
03/01/2017	34,1	20,9	26,2	3,8	03/01/2018	27,1	19,9	22,5	9,1
04/01/2017	28,3	20,1	24,2	0	04/01/2018	30,9	20	24,8	0
05/01/2017	28,6	19,8	23,6	5,7	05/01/2018	31,6	20,3	24,6	0,6
06/01/2017	33,1	21,1	25,8	0	06/01/2018	27,9	19,9	22,7	48
07/01/2017	33,4	19,4	26,4	0	07/01/2018	25,5	18,3	20,5	55,3
08/01/2017	33,5	20,9	26,5	0	08/01/2018	24,5	19,5	21,2	13,2
09/01/2017	30,3	20,9	25	8,4	09/01/2018	26,4	19,1	22,4	0
10/01/2017	30,1	20,5	24,4	0	10/01/2018	31,1	18,9	24,7	0
11/01/2017	28,1	20,9	23	12,8	11/01/2018	31	18,6	23,9	8,2
12/01/2017	30,2	19,4	22,4	19,4	12/01/2018	27,9	18,6	22	0,4
13/01/2017	28	19,3	21,5	0,8	13/01/2018	30,8	18,4	22,6	16,9
14/01/2017	30	19,5	23,8	0	14/01/2018	31	18,4	23	12,8
15/01/2017	29	19,9	23,4	2,7	15/01/2018	29,7	19	23,8	0
16/01/2017	28,2	20,4	23	0,3	16/01/2018	30,7	20,4	24,2	1,6
17/01/2017	27,7	20,8	22,1	18,3	17/01/2018	32,7	20,6	24,9	5,9
18/01/2017	26,5	18,9	21,1	66,4	18/01/2018	32,8	20,9	26,1	0
19/01/2017	27,1	20	22,5	7,6	19/01/2018	33,3	20,3	25,9	0
20/01/2017	28,8	18,8	22	0,2	20/01/2018	33,8	20,7	25,7	0
21/01/2017	28,6	19,5	22,6	0,8	21/01/2018	33,2	19,9	25,5	0
22/01/2017	27,6	19,1	22,4	0	22/01/2018	34,1	22,1	27,2	0
23/01/2017	28,8	18,8	22,6	0	23/01/2018	34,4	20,5	26,8	0
24/01/2017	30,5	20,1	24,4	10	24/01/2018	33,1	20,5	25,7	1,8
25/01/2017	29,6	19,6	23	28,3	25/01/2018	32,2	20,8	24,5	5,6
26/01/2017	25,7	20,2	22,2	26	26/01/2018	32,8	20,9	23,9	4,9
27/01/2017	27,3	19,8	21,8	2,7	27/01/2018	32,1	19,9	24,6	2,3
28/01/2017	32,4	19,6	25,1	0	28/01/2018	31,5	21,3	25	18,4
29/01/2017	31,7	20,5	25,6	0	29/01/2018	29,5	20,3	23,7	0,5
30/01/2017	33,1	20,2	25,7	0	30/01/2018	27,6	20,6	22,7	8,6
31/01/2017	28,8	17,9	22,5	15,9	31/01/2018	29,1	18	23,1	0

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/02/2017	30,5	18,7	22,5	42,1	01/02/2018	30,8	17,1	23,6	0
02/02/2017	30,5	18,9	22,7	42,6	02/02/2018	30,6	18,3	24,1	0
03/02/2017	28,9	19,7	23,1	2	03/02/2018	31,6	19,6	24,5	4,4
04/02/2017	32,5	19,1	25,2	0	04/02/2018	29,5	18	23,5	3,2
05/02/2017	31,7	20,4	24,7	0	05/02/2018	27,1	18,8	22,6	0
06/02/2017	31,2	19,8	24,7	0,1	06/02/2018	29,3	19,8	23,4	0
07/02/2017	32,9	20	25,8	0	07/02/2018	29,8	18,6	23,6	0
08/02/2017	32,1	20,1	24,9	0	08/02/2018	32,3	17,5	25,2	0
09/02/2017	31,6	19,4	25	0	09/02/2018	33,3	17,6	25,5	0
10/02/2017	31,7	19,1	25,2	0	10/02/2018	26,2	19,7	22,5	5,9
11/02/2017	31,3	19,7	24,8	7,8	11/02/2018	31,6	21,2	26	0
12/02/2017	31,2	20,7	25,3	0	12/02/2018	31,5	21	25,1	2,9
13/02/2017	30,9	20,5	25,4	0	13/02/2018	31,5	20,7	24,1	2,5
14/02/2017	31,1	19,4	24,8	0	14/02/2018	25,1	19,3	21,3	38,3
15/02/2017	32,1	18,5	25,6	0	15/02/2018	29,9	18,1	22,8	3,7
16/02/2017	33,3	20	26,4	0	16/02/2018	31,2	18,5	23,1	0
17/02/2017	31,7	19,8	25	0	17/02/2018	31,3	17,8	23,9	0
18/02/2017	33,6	19,4	24,6	2,4	18/02/2018	28,8	19,2	22,7	6,4
19/02/2017	34,4	20,3	26,8	0	19/02/2018	28,5	19,1	22,9	4,8
20/02/2017	33,7	21	27,2	0	20/02/2018	28,7	19,3	22,9	2,4
21/02/2017	32,5	20,3	26,2	0	21/02/2018	29,4	20,7	24,5	0
22/02/2017	33,1	19,2	25,8	0	22/02/2018	31,3	19,3	25,2	0
23/02/2017	32,8	19,4	26,2	0	23/02/2018	32,1	18,8	25,4	0
24/02/2017	31,4	19,2	24,6	4,3	24/02/2018	30,6	19	24,3	0
25/02/2017	26	19,1	21,3	0,5	25/02/2018	31,2	19	24,7	0
26/02/2017	28,1	19,9	22,8	0,6	26/02/2018	25,6	20,8	22,1	10,3
27/02/2017	32,2	18,8	24,2	0	27/02/2018	29	19,9	22,3	2
28/02/2017	31,2	19,5	24,5	4	28/02/2018	32,4	19,5	24,3	26,6

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/03/2017	30,3	20,1	24,3	0	01/03/2018	32,1	20,3	24,6	0
02/03/2017	31	20,1	23,5	21,5	02/03/2018	30,5	20,7	24,2	0
03/03/2017	30,4	20,3	23,3	0,3	03/03/2018	31	19,7	24,7	0
04/03/2017	31,7	20,6	24,6	15,3	04/03/2018	32,8	20,7	26,4	0
05/03/2017	30,3	20,5	23,5	5	05/03/2018	32,1	21,1	25,8	0,4
06/03/2017	30	20,3	23,2	11,1	06/03/2018	33	20,3	26,1	5,6
07/03/2017	32,4	19,7	25,4	2,6	07/03/2018	31,6	20,4	25,2	0
08/03/2017	33,9	21,1	26,4	0	08/03/2018	30,5	20	24,7	0
09/03/2017	33,5	20,1	26	0	09/03/2018	31,3	19,6	25,2	0
10/03/2017	34,3	21,2	26,5	0,3	10/03/2018	28,5	20,7	24,1	2,7
11/03/2017	33,5	20,8	26,3	0,7	11/03/2018	31,2	20,6	25,1	0
12/03/2017	33,2	20,8	26,5	0	12/03/2018	33,1	20,2	26,6	0
13/03/2017	33,6	19,8	25,9	0	13/03/2018	34,2	21,6	27,2	0
14/03/2017	33,7	19,8	25,6	5,5	14/03/2018	34,1	21,6	28	6,6
15/03/2017	32,2	19,6	24,2	0	15/03/2018	32,3	21,1	26,4	0
16/03/2017	32,2	19,1	25,2	0	16/03/2018	31,4	21,6	24,5	0,4
17/03/2017	33	20,2	25,8	0	17/03/2018	32,1	20,2	24,5	0
18/03/2017	31,8	18,7	22,2	60	18/03/2018	33,5	20,4	26,4	0
19/03/2017	29	18,8	22,5	0	19/03/2018	33,8	20,6	26,3	0,6
20/03/2017	29,9	17,7	23	0	20/03/2018	30,8	21,4	25	0,4
21/03/2017	30,1	15,6	22,5	0	21/03/2018	32,3	19,9	25,1	10,4
22/03/2017	31,3	16,5	23,3	0	22/03/2018	32,1	19,2	24,6	0
23/03/2017	30,9	16,8	23,6	0	23/03/2018	33,1	20,3	25,9	0
24/03/2017	31,5	18,4	24,5	0	24/03/2018	31,6	20,3	25,4	0
25/03/2017	32,2	20	25,7	0	25/03/2018	30,8	19,6	25,5	0
26/03/2017	33,1	18,6	25,3	0	26/03/2018	30,9	20	23,3	2
27/03/2017	27,2	19,6	22,4	0	27/03/2018	30,6	18,8	24,2	0
28/03/2017	29,5	18	23	0	28/03/2018	31,3	18,4	24,7	0
29/03/2017	28,9	16,3	22,1	0	29/03/2018	32,1	18,1	24,6	0
30/03/2017	30,1	15	22,1	0	30/03/2018	32	18,9	25	0
31/03/2017	29,6	16	22	0	31/03/2018	30	19,5	23,7	11

Dia / Ano 2016/2017	Temperatura (°C)			Chuva (mm)	Dia / Ano 2017/2018	Temperatura (°C)			Chuva (mm)
	Máxima	Mínima	Média			Máxima	Mínima	Média	
01/04/2017	28,9	13,6	20,7	0	01/04/2018	29,1	19,8	23	0,3
02/04/2017	29,8	13,5	29,5	0	02/04/2018	29,2	20,3	24	0
03/04/2017	31,5	15,3	22,9	0	03/04/2018	29,2	20,2	24,1	0
04/04/2017	31,6	16,6	23,9	0	04/04/2018	29,9	18,8	23,3	0
05/04/2017	32,6	18,4	25,6	7,3	05/04/2018	30,5	17,6	23,8	0
06/04/2017	29,5	20,4	23,9	6,3	06/04/2018	31,5	17,7	23,8	0
07/04/2017	30,1	20	23	79	07/04/2018	32	17,2	24,1	0
08/04/2017	31,8	19,8	23,9	0	08/04/2018	31,8	18,5	24,5	0
09/04/2017	33	19,7	24,4	0	09/04/2018	30,7	18,9	24,6	0
10/04/2017	31,5	19,6	25,3	0	10/04/2018	31,4	18,4	24,1	0
11/04/2017	32,9	20,6	25,2	6,5	11/04/2018	31,1	17,8	25,4	0
12/04/2017	29,8	19,8	23,3	0,2	12/04/2018	29,6	15,8	21,8	0
13/04/2017	30,4	17	23	0	13/04/2018	31,4	16,2	23,4	0
14/04/2017	31,8	17,5	23,8	0	14/04/2018	30,7	19,3	24,2	0
15/04/2017	32,8	18,5	24,6	0	15/04/2018	25,6	18,5	21,9	0
16/04/2017	31	18,3	24,3	0	16/04/2018	28,2	17,3	21,5	0
17/04/2017	26,4	19,8	22,2	0	17/04/2018	28,3	15,9	21,2	1,7
18/04/2017	29,4	17,1	22,3	0	18/04/2018	29,3	15,5	21,4	0
19/04/2017	30	16,3	22,6	0	19/04/2018	29,8	14,7	21,8	0
20/04/2017	30,8	17,8	23,7	11	20/04/2018	29,4	16,7	22,2	0
21/04/2017	25,8	18	21,4	15,4	21/04/2018	27,5	16,3	21	0
22/04/2017	25	16,7	20	0	22/04/2018	30,2	14,4	22	0
23/04/2017	27,6	14,7	20,4	0	23/04/2018	30,3	15,6	22,2	0
24/04/2017	29,7	15,7	22,2	0	24/04/2018	31,2	15,8	22,4	0
25/04/2017	30,4	18	23,9	0	25/04/2018	31,2	16,2	23,1	0
26/04/2017	28,9	18	20,9	9	26/04/2018	31,3	17,3	23,7	0
27/04/2017	22,6	17,8	19,8	1	27/04/2018	31,6	17,4	23,8	0
28/04/2017	25,6	16,4	20	0	28/04/2018	31,5	17,2	23,5	0
29/04/2017	28,1	15,5	20,6	0	29/04/2018	31,3	16,9	23,4	0
30/04/2017	27,7	15,2	20,7	0	30/04/2018	31,2	16,8	23,7	0
01/05/2017	27,4	15,5	20,9	0	01/05/2018	31,6	15,9	23,6	0
02/05/2017	27	16,4	20,6	0	02/05/2018	30,9	17,4	23,5	0
					03/05/2018	30,6	14,8	23	0

Apêndice B

Valores médios dos dados das avaliações biométricas na cultura do milho para altura de inserção da primeira espiga (AIPE), altura total (AT) e diâmetro do colmo (DC) para os dois anos agrícolas 2016/17 e 2017/18.

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	AIPE (cm)	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	120,38	103,63
2	0 - V ₂	---	122,63	103,63
3	0 - V ₄	---	121,13	104,68
4	0 - V ₆	---	125,88	101,38
5	0 - V ₈	---	122,63	101,90
6	0 - V ₁₀	---	119,20	100,13
7	0 - V ₁₂	---	120,50	105,08
8	---	0 (Mato)	119,75	101,75
9	---	0 - V ₂	121,75	102,88
10	---	0 - V ₄	123,25	103,53
11	---	0 - V ₆	119,00	103,13
12	---	0 - V ₈	118,63	102,98
13	---	0 - V ₁₀	119,13	102,43
14	---	0 - V ₁₂	123,75	104,15

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	AT (cm)	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	216,63	203,50
2	0 - V ₂	---	223,13	201,63
3	0 - V ₄	---	222,13	203,88
4	0 - V ₆	---	227,63	202,13
5	0 - V ₈	---	219,88	193,38
6	0 - V ₁₀	---	220,75	199,00
7	0 - V ₁₂	---	223,38	200,25
8	---	0 (Mato)	221,50	197,25
9	---	0 - V ₂	223,63	202,50
10	---	0 - V ₄	221,50	201,83
11	---	0 - V ₆	221,75	204,13
12	---	0 - V ₈	218,63	209,30
13	---	0 - V ₁₀	217,25	199,63
14	---	0 - V ₁₂	222,63	200,00

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	DC (mm)	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	22,63	20,29
2	0 - V ₂	---	23,19	18,99
3	0 - V ₄	---	22,52	19,96
4	0 - V ₆	---	22,76	18,35
5	0 - V ₈	---	22,69	19,39
6	0 - V ₁₀	---	23,27	19,14
7	0 - V ₁₂	---	23,43	19,22
8	---	0 (Mato)	23,16	19,15
9	---	0 - V ₂	24,05	19,28
10	---	0 - V ₄	23,10	20,34
11	---	0 - V ₆	22,37	19,53
12	---	0 - V ₈	22,84	19,95
13	---	0 - V ₁₀	22,20	19,21
14	---	0 - V ₁₂	23,03	19,74

Tratamentos	AT		AIPE		DC	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
1. Mato	222,17	200,05	122,08	104,30	21,89	19,58
2.V ₂	220,17	199,45	119,83	106,90	21,19	19,34
3.V ₄	222,33	201,15	121,08	104,60	21,51	19,44
4.V ₆	221,00	201,90	117,72	105,08	21,33	18,91
5.V ₈	219,25	199,01	117,93	104,51	22,00	19,98
6.Limpo	221,17	196,60	120,00	103,17	22,03	19,26

Apêndice C

Valores médios dos dados das avaliações pós colheita das espigas na cultura do milho para número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro da espiga, comprimento da espiga e massa de 1000 grãos para os dois anos agrícolas 2016/17 e 2017/18.

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	N° de fileiras/espiga	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	18,90	19,00
2	0 - V ₂	---	18,95	19,20
3	0 - V ₄	---	19,00	18,70
4	0 - V ₆	---	18,65	19,75
5	0 - V ₈	---	18,85	18,98
6	0 - V ₁₀	---	18,85	18,80
7	0 - V ₁₂	---	18,85	19,29
8	---	0 (Mato)	18,95	19,35
9	---	0 - V ₂	18,95	19,07
10	---	0 - V ₄	19,05	18,75
11	---	0 - V ₆	19,25	18,75
12	---	0 - V ₈	19,05	19,20
13	---	0 - V ₁₀	18,95	19,15
14	---	0 - V ₁₂	18,80	18,85

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	N° de grãos/fileira	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	35,98	31,90
2	0 - V ₂	---	32,48	31,40
3	0 - V ₄	---	33,55	31,25
4	0 - V ₆	---	33,03	37,62
5	0 - V ₈	---	32,70	29,55
6	0 - V ₁₀	---	32,03	33,43
7	0 - V ₁₂	---	32,80	30,41
8	---	0 (Mato)	31,95	31,50
9	---	0 - V ₂	33,25	31,90
10	---	0 - V ₄	33,48	30,90
11	---	0 - V ₆	32,18	31,78
12	---	0 - V ₈	33,35	32,70
13	---	0 - V ₁₀	33,58	32,88
14	---	0 - V ₁₂	33,43	31,68

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	Diâmetro da espiga (mm)	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	51,39	45,15
2	0 - V ₂	---	50,01	43,25
3	0 - V ₄	---	50,66	44,03
4	0 - V ₆	---	50,95	45,95
5	0 - V ₈	---	49,75	43,48
6	0 - V ₁₀	---	49,95	45,33
7	0 - V ₁₂	---	50,31	44,02
8	---	0 (Mato)	49,97	44,43
9	---	0 - V ₂	50,57	44,60
10	---	0 - V ₄	49,33	43,98
11	---	0 - V ₆	50,41	44,08
12	---	0 - V ₈	50,05	45,38
13	---	0 - V ₁₀	50,72	44,78
14	---	0 - V ₁₂	50,08	44,30

Tratamentos	Períodos de convivência	Períodos de controle	Comprimento de espiga (cm)	
	(Mantidos no Mato)	(Mantidos no Limpo)	2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)	---	15,63	12,66
2	0 - V ₂	---	15,01	12,56
3	0 - V ₄	---	15,19	12,63
4	0 - V ₆	---	15,13	12,83
5	0 - V ₈	---	15,04	11,85
6	0 - V ₁₀	---	14,36	13,41
7	0 - V ₁₂	---	15,13	12,42
8	---	0 (Mato)	14,28	12,78
9	---	0 - V ₂	15,20	12,73
10	---	0 - V ₄	15,11	12,25
11	---	0 - V ₆	14,73	12,61
12	---	0 - V ₈	15,09	12,71
13	---	0 - V ₁₀	15,14	13,25
14	---	0 - V ₁₂	15,30	12,89

Tratamentos	Períodos de convivência		Períodos de controle		Massa de 1000 grãos (kg)	
	(Mantidos no Mato)		(Mantidos no Limpo)		2016/17	2017/18
1	0 (Limpo)		---		0,28	0,20
2	0 - V ₂		---		0,28	0,21
3	0 - V ₄		---		0,28	0,21
4	0 - V ₆		---		0,28	0,21
5	0 - V ₈		---		0,27	0,20
6	0 - V ₁₀		---		0,28	0,22
7	0 - V ₁₂		---		0,29	0,21
8	---		0 (Mato)		0,27	0,21
9	---		0 - V ₂		0,28	0,22
10	---		0 - V ₄		0,28	0,22
11	---		0 - V ₆		0,28	0,21
12	---		0 - V ₈		0,27	0,21
13	---		0 - V ₁₀		0,28	0,21
14	---		0 - V ₁₂		0,28	0,21

Tratamentos	n° de fileiras/espiga		n° de grãos/fileira	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
1. Mato	18,78	18,71	33,97	31,23
2.V ₂	18,50	18,79	33,34	31,98
3.V ₄	18,72	19,19	33,97	31,76
4.V ₆	18,75	19,23	32,98	32,17
5.V ₈	18,20	18,85	33,48	31,22
6.Limpo	19,03	19,00	33,98	31,07

Tratamentos	Comprimento (cm)		Diâmetro (mm)		Massa de 1000 grãos (kg)	
	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18	2016/17	2017/18
1. Mato	14,94	13,18	50,26	45,62	0,27	0,22
2.V ₂	14,48	13,48	49,95	46,22	0,29	0,22
3.V ₄	14,94	13,17	49,92	44,98	0,28	0,21
4.V ₆	14,60	13,00	50,00	44,47	0,27	0,22
5.V ₈	14,78	13,02	50,62	44,81	0,27	0,22
6.Limpo	15,14	12,75	51,02	44,47	0,27	0,21